

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Brno, 2020

Bc. Kristián Kopunec



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

TECHNICKÁ ŘEŠENÍ PŘEPOJENÍ HLADINY VN Z 35 KV NA 22 KV

TECHNICAL PROPOSAL OF DISTRIBUTION SYSTEM USING 22 KV INSTEAD OF 35 KV

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kristián Kopunec

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Michal Ptáček, Ph.D.

BRNO 2020

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Bc. Kristián Kopunec

ID: 174218

Ročník: 2

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Technická řešení přepojení hladiny VN z 35 kV na 22 kV

POKyny PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Rešerše dotčené legislativy a technických norem
2. Popis současné technické stavu a návrhy způsobů přepojení mezi stávajícím vedení 35 kV a 22 kV
3. Tvorba modelu a výpočet stávajících linek 22 kV vč. jeho verifikace pomocí reálného měření na vedení
4. Výpočet parametrů přepojených vedení pro jednotlivé varianty a posouzení výsledných hodnot
5. Závěrečné zhodnocení technické proveditelnosti jednotlivých variant a poskytnutí doporučení pro zlepšení parametrů

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 3.2.2020

Termín odevzdání: 1.6.2020

Vedoucí práce: Ing. Michal Ptáček, Ph.D.

Konzultant: Ing. Jiří Lunga

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Diplomová práca pojednáva o návrhu prepojenia oblasti Svratecko s distribučnou sieťou spoločnosti E.ON Distribuce, a.s.. V teoretickej časti je popísaná energetická legislatíva a jednotlivé normy, o ktoré sa práca opiera. Taktiež popisuje koncepciu sietí vysokého napätia 22 kV. Praktická časť práce je zameraná na vytvorenie modelov linky v programe E-vlivy, ktoré budú napájať oblasť Svratecko a aj samotného modelu sledovanej oblasti. Výstupy z práce budú využité spoločnosťou E.ON Distribuce, a.s. na zhodnotenie pripojenia oblasti Svratecko.

KĽÚČOVÉ SLOVÁ

vysoké napätie, distribučná sústava, program E-vlivy, model distribučnej siete, vonkajšie vedenie

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the design of the connection of the Svratecko area with the distribution network of the company E.ON Distribuce, a.s.. The theoretical part describes the energy legislation and the individual standards on which the thesis is based. It also describes the concept of a 22 kV high voltage network. The practical part of the thesis is focused on the creation of line models in the program E-vlivy, which will supply the Svratecko area and the model of the monitored area. Outputs from the thesis will be used by E.ON Distribuce, a.s. to evaluate the connection of the Svratecko area.

KEYWORDS

high voltage, distribution system, E-vlivy program, distribution network model, power lines

KOPUNEC, Kristián. *Technická řešení přepojení hladiny VN z 35 kV na 22 kV*. Brno, Rok, 114 s. Diplomová práca. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedúci práce: Ing. Michal Ptáček, Ph.D

VYHLÁSENIE

Vyhlasujem, že svoju diplomovú prácu na tému „Technická řešení přepojení hladiny VN z 35 kV na 22 kV“ som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho diplomovej práce, s využitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor uvedenej diplomovej práce ďalej vyhlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto diplomovej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a/alebo majetkových a som si plne vedomý následkov porušenia ustanovenia § 11 a nasledujúcich autorského zákona Českej republiky č. 121/2000 Sb., o práve autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon), v znení neskorších predpisov, vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníka Českej republiky č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

podpis autora

POĎAKOVANIE

Rád by som poďakoval vedúcemu diplomovej práce pánovi Ing. Michalovi Ptáčkovi, Ph.D. za odborné vedenie, konzultácie, trpezlivosť a podnetné návrhy k práci. Ďalej by som chcel poďakovať Ing. Jiřímu Lungovi za odborné rady a konzultácie.

Obsah

Úvod	11
1 Legislatíva a technické normy	12
1.1 Energetický zákon	12
1.2 PPDS - Pravidlá prevádzky distribučnej siete	13
1.3 Elektrické vonkajšie vedenia s napätím nad 1 kV AC a do 45 kV vrátane	14
1.4 Uloženie káblov	17
1.5 Súčasti vonkajších vedení od 1 kV do 45 kV AC	17
1.6 Parametre kvality elektrickej energie	17
1.7 Usporiadanie sietí	18
2 Koncepcia sietí vysokého napätia 22 kV	20
2.1 Káblové siete	20
2.2 Vonkajšie siete VN	21
2.3 Dimenzovanie sietí	22
3 Popis oblasti Svratecko	24
3.1 Rozbor súčasného stavu	26
3.2 Návrh prepojenia	27
3.3 Program E-vlivy	28
4 Model linky VN 99	29
4.1 Parametre napájacej sústavy	29
4.2 Parametre transformátora	29
4.3 Parametre vedenia	30
4.4 Zťaženie sústavy	31
4.5 Napäťové pomery na linke VN 99	32
5 Model oblasti Svratecko	34
5.1 Prepojovací kábel	34
5.2 Parametre siete	36
5.3 Simulácia pripojenia Svratecka na VN 99	37
5.4 Zlepšenie napäťových pomerov	38
5.5 Rozpočet pre napájanie z linky VN 99	39
6 Model linky VN 144	41
6.1 Parametre napájacej sústavy a transformátoru	41
6.2 Parametre vedenia	42

6.3	Zaťaženie sústavy	42
6.4	Napätové pomery na linke VN 144	43
6.5	Simulácia pripojenia Svratecka na VN 144	43
Záver		45
Literatúra		47
Zoznam symbolov, veličín a skratiek		50
Zoznam príloh		52
A	Návrh prepojenia	53
B	Vedenie VN 99	55
C	Vedenie VN 3836	64
D	Kábel NA2XS(F)2Y a káblový zvod	80
E	Vedenie VN 144	83
F	Obsah priloženého CD	114

Zoznam obrázkov

1.1	Diagram zásad navrhovania [11]	15
3.1	Sledovaná oblasť Svratecko [33]	25
5.1	Graf zmeny napätia na priereze vodiča VN 99 a Svratka	39
6.1	Graf zmeny napätia na priereze vodiča VN 144 a Svratka	44
A.1	Návrh prepojenia v dispečerskom rozhraní	53
A.2	Návrh prepojenia v Geoportále [33]	54
B.1	Vedenie VN 99 v Geoportále [33]	55
B.2	Model vedenia VN 99 v programe E-vlivy	56
C.1	Model oblasti Svratecko v programe E-vlivy	64
D.1	Kábel NA2XS(F)2Y	80
D.2	Káblový zvod	81
E.1	Vedenia VN 144 v Geoportále [33]	83
E.2	Model vedenia VN 144 v programe E-vlivy	84

Zoznam tabuliek

1.1	Ochranné pásmo vedenia [1]	13
1.2	Najmenšie dovolené vodorovné vzdialenosti pri súbehu podzemných sietí [20]	19
1.3	Najmenšie dovolené zvislé vzdialenosti pri súbehu podzemných sietí [20]	19
2.1	Parametre napájacej sústavy [21]	22
3.1	Typy a dĺžky vedení	26
4.1	Parametre napájacej sústavy	29
4.2	Parametre transformátora T101	30
4.3	Parametre transformátora T101	30
4.4	Parametre vonkajších vedení	31
4.5	Parametre káblov	31
5.1	Parametre vedení	36
5.2	Rozpočet pre napájanie z linky VN 99	40
6.1	Parametre napájacej sústavy	41
6.2	Parametre vonkajších vedení	42
6.3	Parametre káblov	42
B.1	Parametre úsekov VN 99	57
B.2	Parametre úsekov VN 99	58
B.3	Parametre úsekov VN 99	59
B.4	Záťaže VN 99	59
B.5	Záťaže VN 99	60
B.6	Napätie v uzloch VN 99	61
B.7	Napätie v uzloch VN 99	62
B.8	Napätie v uzloch VN 99	63
C.1	Parametre úsekov VN 3836	65
C.2	Parametre úsekov VN 3836	66
C.3	Parametre úsekov VN 3836	67
C.4	Záťaže VN 3836	68
C.5	Záťaže VN 3836	69
C.6	Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka	70
C.7	Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka	71
C.8	Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka	72
C.9	Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka	73
C.10	Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka	74
C.11	Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka po výmene vedenia	75
C.12	Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka po výmene vedenia	76

C.13 Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka po výmene vedenia	77
C.14 Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka po výmene vedenia	78
C.15 Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka po výmene vedenia	79
D.1 Parametre káblu NA2XS(F)2Y [22]	80
E.1 Parametre úsekov VN 144	85
E.2 Parametre úsekov VN 144	86
E.3 Parametre úsekov VN 144	87
E.4 Parametre úsekov VN 144	88
E.5 Parametre úsekov VN 144	89
E.6 Závaže VN 144	90
E.7 Závaže VN 144	91
E.8 Závaže VN 144	92
E.9 Napätie v uzloch VN 144	93
E.10 Napätie v uzloch VN 144	94
E.11 Napätie v uzloch VN 144	95
E.12 Napätie v uzloch VN 144	96
E.13 Napätie v uzloch VN 144	97
E.14 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka	98
E.15 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka	99
E.16 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka	100
E.17 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka	101
E.18 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka	102
E.19 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka	103
E.20 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka	104
E.21 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka	105
E.22 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia	106
E.23 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia	107
E.24 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia	108
E.25 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia	109
E.26 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia	110
E.27 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia	111
E.28 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia	112
E.29 Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia	113

Úvod

V súčasnej dobe je distribučná sieť v Českej republike zložitá. Preto rozvoj siete vysokého napätia musí spĺňať kritéria tak, aby siete boli moderné, spoľahlivé, účinné a koordinované. Taktiež musí zaisťovať hospodárnosť a bezpečnú dodávku elektriny. Jedným zo základných faktorov pre rozvoj siete je dodržanie kvality napätia [18]. Je to kľúčový faktor aj pre zákazníka, tak aj pre distribútora elektrickej energie. Z tohoto dôvodu je nutné splňovať určité charakteristiky napätia elektriny. Práca pojednáva o technických normách, ktoré riešia problematiku kvality elektrickej energie. Súčasne táto práca navrhuje riešenia rozvoja distribučnej siete spoločnosti E.ON Distribuce, a.s., teda rieši problematiku oblasti Svratecko tak, aby bola zachovaná kvalita elektrickej energie.

Práca sa zameriava na oblasť Svratecko, ktorá sa nachádza na rozhraní distribučných území spoločnosti ČEZ Distribuce, a.s. a E.ON Distribuce, a.s.. Konkrétne patrí pod distribučnú sieť spoločnosti E.ON Distribuce, a.s., ale je napájaná zo strany ČEZ Distribuce, a.s. napäťovou hladinou 35 kV a neexistuje žiaden nadzemný alebo podzemný prepoj s distribučným územím E.ON Distribuce, a.s.. Preto táto diplomová práca bude riešiť spôsob prepojenia oblasti Svratecko s distribučnou sieťou spoločnosti E.ON Distribuce, a.s. Cieľom práce je vytvoriť model časti siete a oblasti Svratecko spoločnosti E.ON Distribuce, a.s. v programe E-vlivy. Navrhnuť spôsob prepojenia oblasti Svratecko na distribučnú sieť spoločnosti E.ON Distribuce, a.s. a následne lokalitu Svratecko pripojiť na distribučnú sieť. Simulovať ustálený chod siete s dodržaním napäťových pomerov tak, aby bola zachovaná požadovaná kvalita elektrickej energie.

1 Legislatíva a technické normy

Energetická legislatíva je súhrn právnych a technických predpisov, vyhlášok, nariadení vydanými vládou Českej republiky, ktoré upravujú oblasť energetiky.

Legislatívu v oblasti energetiky v Českej republike riešia nasledujúce zákony:

- Zákon č. 458/2000 Sb. - O podmienkach podnikania a výkonu štátnej správy v energetických odvetviach a o zmene niektorých zákonov, taktiež nazývaný Energetický zákon (EZ) [1];
- Zákon č. 406/2000 Sb. - O hospodárení energie [2];
- Zákon č. 165/2000 Sb. - O podporovaných zdrojoch energie a o zmenách niektorých zákonov [3].

Všetky zákony a vyhlášky spravuje Ministerstvo priemyslu a obchodu ČR.

V teoretickej časti sa bude diplomová práca bližšie venovať podnikovým normám PNE 34 1050 [13], PNE 34 8601 [14], PNE 33 3430 [15], [16], [17], [18], ale aj českým normám ČSN 73 6005[20], a taktiež koncepcii sietí vysokého napätia 22 kV [21], ktoré súvisia s problematikou diplomovej práce a sú podkladom pre vyhotovenie návrhu siete a následne modelu.

1.1 Energetický zákon

Dôležitým dokumentom z pohľadu legislatívy je energetický zákon, teda zákon č. 458/2000 Sb. - O podmienkach podnikania a výkonu štátnej správy v energetických odvetviach a o zmene niektorých zákonov [1]. Pojednáva o právach spotrebiteľa aj prevádzkovateľa distribučnej siete, prenosovej siete. Hovorí o regulácii cien v elektroenergetike, o technických predpisoch, o výrobcach energie, a podobne. Diplomová práca sa zaoberá najmä odsekom ohľadom technických predpisoch. Celá podkapitola bude citovaná z Energetického zákona [1].

Ochranné pásma - Ochranným pásmom sa rozumie priestranstvo v blízkosti daného elektrického zariadenia tak, aby bola zaistená jeho spoľahlivá prevádzka a aby bola zaistená ochrana života, zdravia a majetku. Toto pásmo je platné od schválenia územného rozhodnutia a spoločného povolenia. Nadobudnutie účinnosti je platné dňom zapojenia do ES, ak nie je stanovené inak. Celá podkapitola bude vychádzať z údajov v energetickom zákone. Ochrannými pásmami sú chránené podzemné vedenia, nadzemné vedenia, výrobné elektriny, elektrické stanice, a tiež meracie, riadiace, ochranné, zabezpečovacie vedenia a telekomunikačné a informačné techniky. Ochranným pásmom nadzemného vedenia sa rozumie priestor, ktorý je

daný vodorovnou kolmicou na vodič v oboch smeroch. Jednotlivé vzdialenosti pre nadzemné vedenia s napätím nad 1 kV a do 35 kV sú uvedené v Tab. 1.1.

Tab. 1.1: Ochranné pásmo vedenia [1]

Napätie nad 1 kV a do 35 kV	
1. Pre vodiče bez izolácie	7 m
2. Pre vodiče so základnou izoláciou	2 m
3. Pre zavesené kábelové vedenie	1 m

Ochranné pásmo podzemného vedenia a vedenia riadiacej, zabezpečovacej techniky je 1 m do napätovej hladiny 110 kV vrátane a po oboch stranách krajného kábla. Ochranné pásmo podzemného vedenia s napätím nad 110 kV je 3 m.

Preložky zariadenia - je zmena trasy vedenia, buď čiastočná alebo celá. Taktiež je to premiestnenie prvkov ES. Preložku zariadenia zaistuje vlastník zariadenia, náklady na úkon sú hrazené zo strany, kto potrebu vyvolal. Prevádzkovateľ sústavy musí oboznámiť s vykonaním preložky daného majiteľa, taktiež musí byť oboznámený aj o nákladoch na preložku a o spôsobe vykonania.

Styk zariadení - Zariadenie prenosovej a distribučnej sústavy a elektrických prípojkov môžu križovať vodné toky, pozemné komunikácie, potrubné systémy a iné, pokiaľ neohrozia zdravie človeka alebo jeho majetok. Taktiež musí byť braný ohľad na ochranu životného prostredia, dodržanie právnych predpisov a rešpektovanie záujmov vlastníkov. Pri úpravách zariadenia je treba rešpektovať záujmy zúčastnených vlastníkov a tí musia byť oboznámení s postupom práce.

1.2 PPDS - Pravidlá prevádzky distribučnej siete

Tento dokument je dôležitým podkladom pre prevádzku distribučnej siete (DS). PPDS rieši minimálne technické, plánovacie, prevádzkové a informačné požiadavky pre pripojenie užívateľa. PPDS vychádza zo zákona č. 458/2000 Sb. - O podmienkach podnikania a výkonu štátnej správy v energetických odvetviach a o zmene niektorých zákonov [1], taktiež z vyhlášok Ministerstva priemyslu a obchodu ČR (MPO) a Energetického regulačného úradu (ERÚ), konkrétne z vyhlášok [4]:

- Vyhlášku o podmienkach pripojenia k elektrizačnej sústave [5];
- Vyhlášku o kvalite dodávok elektriny a súvisiacich služieb v elektroenergetike [6];

- Vyhlášku o dispečerskom riadení elektrizačnej sústavy a o predávaní údajov pre dispečerské riadenia [7];
- Vyhlášku stavu núdze v elektroenergetike a o obsahových náležitostiach havarijného plánu [8];
- Vyhláška o meraní elektriny a o spôsobe náhrady škody pri neoprávnenom odbere, neoprávnenej dodávke, neoprávnenom prenose alebo neoprávnenej distribúcii elektriny [9];
- Vyhláška o pravidlách trhu s elektrinou [10].

PPDS bol vytvorený najmä pre používateľov DS ako materiál, ktorý poskytuje všetky potrebné právne a technické informácie. Užívateľom DS sa rozumie prevádzkovateľ prenosovej sústavy (PPS) ako držiteľ licencie na prenos elektriny, prevádzkovateľ distribučnej sústavy (PDS) ako držiteľ licencie na distribúciu elektriny, výrobca ako držiteľ licencie na výrobu elektriny, obchodníci ako držiteľia licencie na obchod s elektrinou a zákazník. Pravidlá PPDS vychádzajú z pravidiel prevádzky prenosovej sústavy (PPPS), kvôli prehľadnosti, jednoduchosti, rozvoju aj spoľahlivosti ES ČR a dodávky elektrickej energie v dostatočnej kvalite. Jednou z najdôležitejších podmienok pre pripojenie užívateľa do DS je dodržanie PPDS. Základným cieľom je dodržanie týchto podmienok. Prevádzkovateľ aj užívateľ tejto sústavy musia udržiavať sieť v dobrých prevádzkových podmienkach tak, aby nenastala porucha. Ak k poruche dôjde, musí obmedziť jej šírenie ďalej do siete a zaistiť tak stabilnú prevádzku DS [4].

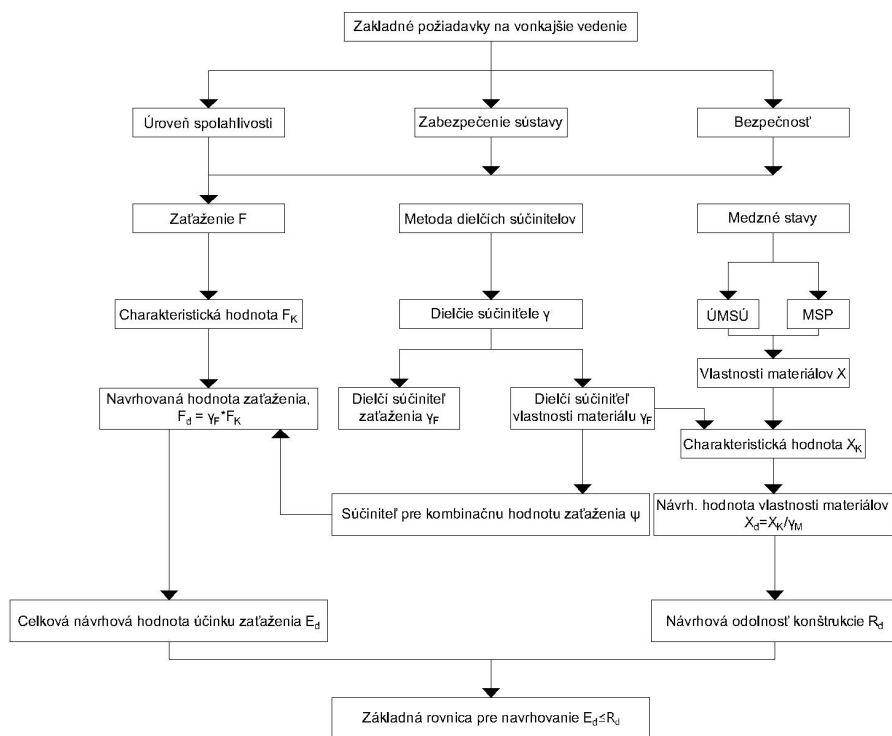
Kľúčovým cieľom PPDS je dodržanie kvality elektrickej energie pre zákazníkov, ale aj distribútora. Preto je v prílohe 3. v PPDS popísaná kvalita napätia v distribučnej sústave a spôsoby jeho zisťovania a hodnotenia. Nasledujúce normy sú vybrané z PPDS a pre lepšiu prehľadnosť sú jednotlivo rozpísané.

1.3 Elektrické vonkajšie vedenia s napätím nad 1 kV AC a do 45 kV vrátane

Táto podkapitola hovorí o navrhovaní a dimenzovaní vonkajších vedení s napätím nad 1 kV AC a do 45 kV. Obsah normy pojednáva o zásadách navrhovania, o zaťažení vedenia, elektrických požiadavkách, upevňovacích sústavách, podperných bodoch, vodičoch, izolátoroch a armatúrach.

Zásady navrhovania vonkajšieho vedenia ovplyvňuje niekoľko parametrov, a to hodnoty zaťaženia, a taktiež dielčie súčinitele, ktoré vychádzajú zo sledovania me-

teorologických podmienok oblasti. Po zistení niekoľkých súčiniteľoch a charakteristických hodnôt sa môžu určiť základné rovnice pre návrh vedenia. Na Obr. 1.1 je možné vidieť princíp návrhu vedenia podľa normy. Celá podkapitola bude vychádzať z údajov v PNE 33 3301 [11].



Obr. 1.1: Diagram zásad navrhovania [11]

Požiadavky na návrh vonkajšieho vedenia

Požiadavky na vonkajšie vedenia musia spĺňať niekoľko bodov. Musia zohľadniť životnosť vedenia tak, aby boli ekonomicky výhodné a mali prijateľnú spoľahlivosť, odolávali šíreniu poruchy, neboli príčinou zranenia, ohrozenia života alebo majetku pri výstavbe za prevádzky a údržby. Rovnako musia byť bezpečné pre verejnosť a prijateľné z hľadiska vzhľadu a životného prostredia.

Spôľahlivosť a životnosť - Norma uvádza 3 druhy spoľahlivosti v závislosti od doby návratu T klimatických zatažení. Určuje sa s ohľadom na počet porúch, a to vzhľadom na zásobovania elektrinou (napr. dôležití odberatelia, viacnásobné vedenia), bezpečnosť obyvateľstva (prímestské, mestské) alebo ostatnú infraštruktúru (diaľnice, železnice). Všetky vedenia musia splniť aspoň úroveň spoľahlivosti 1. Výnimkou sa stavajú dočasné vedenia, ktoré môžu mať aj nižšiu dobu spoľahlivosti.

Obvykle sa vedenia navrhujú na 50 rokov životnosti. Je to doba, ktorú by mali vedenia spĺňať účel bez väčších opráv, za predpokladanej pravidelnej kontroly a údržby. Doba životnosti sa pohybuje v rozmedzí 30 - 80 rokov.

Zaťaženie vedenia - Dôležitým bodom pri návrhu vonkajšieho vedenia je zhodnotenie klimatického zaťaženia na vedenie. Ide o návrh zaťaženia vetrom, námrazou alebo kombinovaným zaťaženým. Norma sa venuje podrobnému rozpracovaniu jednotlivých zaťažení a výpočtami parametrov.

Podniková norma vychádza z normy ČSN EN 1991-1-4 [12], kde je Česká republika rozdelená do piatich veterných oblastí. Následne norma popisuje podrobný výpočet sily vetra na vodiče, izolátory, a taktiež na stožiare.

Stanovenie zataženia námrazou sa na prvkoch vedenia uvažuje z oblačnosti vo forme väčšej námrazy o hustote $\rho_I = 500 \text{ kg/m}^3$. Podľa normy je Česká republika rozdelená na 8 námrazových oblastí a jednej pre špeciálne prípady. Námraza spôsobuje zvislé sily, ale taktiež aj zvýšenie ťahu vo vodiči. Norma uvádza výpočet síl pôsobiacich na vedenie. V praxi sa väčšinou uvažuje o kombinovanom zaťažení vetra a námrazy.

Elektrické požiadavky - sú dôležitou súčasťou normy. Jednotlivé kritériá sú rozdelené v tabuľkách a sú popísané rovnicami. Norma definuje napríklad [11]:

- prúdovú zaťažiteľnosť a napätie;
- vzdialenosť fáza - zem; základnou požiadavkou je, že dopravný prostriedok alebo osoba môžu prejsť pod vedením bez nebezpečenstva;
- vzdialenosť fáza - priestor, objekt.

Kapitola stručne popisuje návrh vedenia s napätím nad 1 kV AC a do 45 kV vrátane. V skutočnosti je návrh vonkajšieho vedenia štruktúrne zložitejší, podlieha rôznym kritériám ako námrazová oblasť, geografické umiestnenie, priehyb lana, spoľahlivosti a iné. Práca sa bude stručne zaoberať vytvorením návrhu kábelového zvodu, ale nebude podrobnejšie skúmať spomenuté informácie v tejto podkapitole, ani navrhovať vonkajšie vedenie. Práca je zameraná na návrh prepojenia oblasti a vytvorenie modelu siete, skúma napäťové pomery v sieti. Dôsledkom simulácií môže odporučiť zlepšenie parametrov vonkajšieho vedenia, teda doporučiť, zmeniť, obnoviť alebo nahradiť niektoré časti vedenia.

1.4 Uloženie káblov

V práci je uvedená norma PNE 34 1050 [13], ktorá popisuje uloženie káblov NN, VN a 110 kV v DS energetiky. Norma podrobne popisuje prostredie, v akom môže byť kábel uložený, spôsob uloženia, zataženie, elektromagnetickú kompatibilitu. Popis použitia a uloženia kábla, ako aj teploty pri ukladaní, typy koncovky a ohybu sú uvedené v norme pre daný kábel. Pokiaľ kábel prechádza rôznymi prostrediami, tak sa volí kábel pre najhoršie podmienky, alebo sa kábel vhodne chráni [13].

Táto norma nám stanovuje spôsob uloženia kábla v zemi. Následný popis uloženia zvoleného kábla bude uvedený v praktickej časti, kde bude taktiež uvedená špecifikácie kábla, ktorý bude prepájať oblasť.

1.5 Súčasti vonkajších vedení od 1 kV do 45 kV AC

Doplňujúca podniková norma PNE 34 8601[14], ktorá hovorí o vyzbrojení jednotlivých druhov vonkajších vedení stanovuje technické požiadavky na materiál ako aj mechanickú odolnosť. Taktiež hovorí o technických skúškach ako materiálových, tak aj mechanických [14].

1.6 Parametre kvality elektrickej energie

Táto podkapitola sa bude venovať súboru noriem PNE 33 3430, konkrétne častiam PNE 33 3430-1 [15], PNE 33 3430-2 [16], PNE 33 3430-4 [17], PNE 33 3430-7 [18]. Je rozdelená na niekoľko príloh. Diplomová práca sa zameriava iba na niektoré časti, a to na harmonické a medziharmonické, kolísaním napätia, poklesmi a krátkymi prerušeniami napätia, charakteristikami napätia elektrickej energie vo verejnej DS.

- Harmonické a medziharmonické - popisuje harmonické a medziharmonické charakteristiky DS. Stanovuje hranice vplyvu na funkčnosť zariadení zákazníkov, partnerov aj dodávateľov [15].
- Kolísanie napätia - norma pojednáva o rýchlych zmenách napätia v DS. Ďalej hovorí o vplyve na funkčnosť zariadenia užívateľov, prevádzkovateľov DS. Cieľom normy je určiť dovolené medze kolísania napätia v sieti. Norma predpokladá, že za normálnych prevádzkových stavov je rýchla zmena napätia obmedzená na 3 % menovitého napájacieho napätia. V niekoľkých prípadoch sa môžu v DS vyskytnúť skokové zmeny napätia prekračujúce 3 % [16].

- Poklesy a krátke prerušenia napätia - táto norma hovorí o odolnosti elektrických zariadení proti poklesu alebo krátkemu prerušeniu napätia. Norma neuvádza krajné hodnoty napätia [17].
- Charakteristiky napätia elektrickej energie v DS - norma udáva charakteristiky napätia v miestach pripojenia za normálne prevádzky, ale nehovorí o priemernom stave DS ani o mimoriadnych stavoch. Odchýlka napätia nemá za normálnych prevádzkových podmienok, okrem obdobia s prerušením, prekročiť $\pm 10\%$ menovitého napätia U_n behom každého týždňa 95 % priemerných efektívnych hodnôt v meracom intervale 10 minút [18].

Pre vyhotovenie modelu je dôležité dodržať charakteristiky napätia v jednotlivých uzloch siete. To znamená dodržať, aby napätie v modeli nekleslo alebo nestúplo nad stanovenú hodnotu normy.

1.7 Usporiadanie sietí

Táto časť sa bude venovať priestorovému usporiadaniu sietí. Pojednáva o tom Česká technická norma ČSN 73 6005 [20], ktorá popisuje a stanovuje usporiadanie sietí vo verejných plochách a priestoroch komunikačných ciest. Norma nepojednáva o sieťach technického vybavenia vzhľadom k dráham, vodným tokoch a v oblastiach so seizmickou aktivitou nad 6° a v prostredí s prudkým svahom [20].

Norma stanovuje najmenšie dovolené vodorovné a zvislé vzdialenosti pri súbehu podzemných sietí. Pre jednoduchú prehľadnosť sú uvedené tabuľky jednotlivých vzdialeností daných sietí (Tab:1.2, Tab:1.3). Uvedené sú iba niektoré vzdialenosti, a to pre silové káble do 35 kV. Vzdialenosti sú uvedené v metroch [20].

Praktická časť diplomovej práce nebude riešiť kríženie vedení a potrubí. Norma o priestorovom usporiadaní slúži pre prehľad stanovených vzdialeností, zohľadnená bude až pri uskutočnení pokládky káblu.

Tab. 1.2: Najmenšie dovolené vodorovné vzdialenosti pri súbehu podzemných sietí [20]

Druh siete	Silový kábel do 35 kV
Silové káble do 1 kV, 10 kV, 35 kV, 220 kV	0,20
Komunikačné káble	0,80 ¹ ; 0,30 ²
Plynovodné potrubie do 0,005 MPa, 0,3 MPa	0,40; 0,50
Vodovodné siete a prípojky	0,40
Tepelné siete	1,00
Kábelovody	0,30
Stokové siete a kanalizačné prípojky	0,50
Potrubná pošta	0,50
Koľaje električkových dráh	1,00

Tab. 1.3: Najmenšie dovolené zvislé vzdialenosti pri súbehu podzemných sietí [20]

Druh siete	Silový kábel do 35 kV
Silové káble do 1 kV, 10 kV, 35 kV, 220 kV	0,20; 0,25 ⁵
Komunikačné káble	0,80 ¹ ; 0,30 ²
Plynovodné potrubie do 0,005 MPa, 0,3 MPa	0,10 ³ ; 0,20 ³
Vodovodné siete a prípojky	0,40 ¹ ; 0,20 ²
Tepelné siete	0,50 ⁴
Kábelovody	0,30
Stokové siete a kanalizačné prípojky	0,50
Potrubná pošta	0,30
Koľaje električkových dráh	1,00

Vysvetlivky:

1. Nechránené.
2. V technickom kanáli alebo betónovej chráničke.
3. Kábel v chráničke presahujúci plynovod na každú stranu o 1000 mm. Pre kábel bez ochranného krytu so zväčšujúcou sa vzdialenosťou nasledujúce: pri krížení nízkotlakového plynovodu s káblami do 35 kV na 400 mm, pri krížení stredotlakového plynovodu s káblami do 35 kV na 1500 mm.
4. Pri uložení v chráničke možno primerane znížiť.
5. Kábel nižšieho napätia uložený v chráničke.

2 Koncepcia sietí vysokého napätia 22 kV

Táto kapitola popisuje návrh rozvoja sietí 22 kV podľa spoločnosti E.ON Distribuce, a.s.. Vychádza z dokumentu PPDS, ktorý definuje zásady návrhu a rozvoja distribučnej sústavy [4]. Návrh a rozvoj sietí 22 kV a stratégia sietí Smart grids definuje dokument Koncepcia sietí vysokého napätia 22 kV. Tento dokument pojednáva o rozvoji, spoľahlivosti, bezpečnosti, obnove, pripojení nových výrobných alebo odberných zariadení a preloženie existujúcich energetických zariadení v súlade s energetickou legislatívou a technickými normami. Technické riešenie musí splniť tieto požiadavky [21]:

- splnenia kritéria N-1 pre sieť s viac ako 500 obyvateľmi;
- inštaláciou prvkov umožňujúcich automatizáciu riadenia a monitoring sietí VN;
- zvýšiť kabelizáciu siete;
- stavanie nových moderných sietí s uvažovaním využitia optických sietí.

Navrhované riešenia musia byť podložené územno plánovacím dokumentom a výpočtom chodu siete. Vychádza z [21]:

- územných plánov (princípov územného rozvoja krajov, vyšších územných celkov a obcí);
- konceptov napájania obcí;
- konkrétnych zákazníckych požiadavok;
- vyhlásených kampaní;
- súčasného stavu siete;
- Koncepcie sietí 22 kV.

Koncepcia sietí vysokého napätia 22 kV stanovuje budúce riešenia, návrhy sietí, a taktiež obnovu súčasných sietí [21].

- Nové zariadenia musia podliehať koncepcii rozvoja sietí 22 kV;
- Súčasnú zariadenia sa obnovujú podľa koncepcii rozvoja sietí 22 kV;
- Zariadenia, ktoré nie sú určené k obnove, sa obnovia, ak to má zmysluplné technické riešenie.

2.1 Káblové siete

Káblové vedenia môžeme deliť na [21]:

- **Bežnú distribučnú sieť** - väčšina častí distribučných sietí 22 kV E.ON Distribuce a.s. (ECD), ktoré napájajú najmä distribučné trafostanice a veľkoodberateľské trafostanice;

- **Priame (kmeňové) káble** - tieto káble vytvárajú prepoj medzi transformovňami v mestských častiach, častokrát sa prevádzkujú paralelne a sú vyzbrojené vypínačmi na oboch koncoch, ochranou a diaľkovým ovládaním. Slúžia najmä na obnovu napájania a sú spoľahlivé v prípade výpadku. Prepájanie distribučných transformátorov je nechcené, pokiaľ to nevyžadujú špeciálne opatrenia;
- **Vyhradené káblové okruhy** - slúžia na prepájanie dôležitých objektov, ako napríklad nemocnice, trakcie, dispečing, a iné. Taktiež napájajú verejné nabíjacie stanice a objekty nad 10 000 obyvateľov;
- **Ostatné prípady** - tieto káblové vedenia sú určené pre špeciálne prípady, ako napríklad výrobné, významné odbery, a iné.

2.2 Vonkajšie siete VN

Vonkajšie siete sú siete s nadzemnými vedeniami a sú rozdelené na [21]:

- vedenia s holými vodičmi;
- vedenia s jednoduchými izolovanými vodičmi;
- so závesnými káblami.

Úseky vonkajšieho vedenia sa delia na [21]:

- **Kmeňové linky** - ide o nadzemné vedenie, ktoré prepája transformovne, teda začína a končí na ich prípojniciach alebo v spínacích staniciach, taktiež môže napájať iné kmeňové linky. Kmeňové linky bývajú rozdelené niekoľkými spínacími prvkami na jednotlivé úseky vonkajšieho vedenia. Spínacie prvky rešpektujú dĺžky vedení, počet zákazníkov, počet odbočiek, ale najdôležitejšie je, že vymedzujú poruchovosť úsekov. Podľa nich sa dá vhodne určiť postihnutý úsek vedenia. Ide sa o recloser, diaľkovo ovládaný úsekový spínač, ktorý umiestnenie v sieti navrhuje dispečing;
- **Prepojky, kruhovateľné odbočky** - ide o odbočky od kmeňovej linky, ktoré končia na inej kmeňovej linke. Realizácia nových prípojiok, teda odbočiek, musí brať ohľad na počet odberateľov, zaťaženie odbočky a poruchovosť. Odbočky sú vybavené úsečníkovým odpínačom, ktorý je umiestnený na začiatku odbočky od kmeňovej linky. Ak sa spájajú dve kmeňové linky, tak sú vybavené recloserom alebo diaľkovo ovládaným úsekovým spínačom.
- **Spojky** - sú krátke prepojky, na ktorých nie je odber a je tam jeden úsečník;
- **Odbočky** - sú úseky, ktoré napájajú súbor distribučných trafostaníc. Na začiatku odbočky sú zvyčajne vybavené spínacím prvkom;
- **Prípojky k trafostaniciam** - napájajú jednotlivé trafostanice.

2.3 Dimenzovanie sietí

Pre budúci rozvoj siete musia byť výpočtom kontrolované nasledujúce parametre [21]:

- napäťové pomery v základnom radení;
- straty v základnom radení;
- prúdové zaťaženie v základnom radení;
- skratová odolnosť použitých prvkov v základnom radení (prierezy vodičov a káblov);
- prúdová zaťažiteľnosť pri náhradnom napájaní (kritérium n-1), vrátane posúdenia náhradného napájania pri uvoľnení jedného transformátora 110/22 kV;
- dodržanie minimálneho napätia na konci vedenia pri náhradnom napájaní (n-1);
- spôsob pripojenia VN uzla transformátora 110/22 kV (cez odpor alebo tlmivku).

Hodnoty, ktoré musia byť uvažované pri výpočte a simulácii siete sú uvedené v Tab. 2.1.

Tab. 2.1: Parametre napájacej sústavy [21]

Napätie v napájacej transformovni - základné radenie	23,1 kV-oblasť Západ 22,8 kV-oblasť Východ
Napätie v napájacej transformovni - náhradné napájanie	23,5 kV
Napätie na konci vedenia v základnom stave, v základnom radení	21 kV
Napätie na konci vedenia pri náhradnom napájaní	20,5 kV
Max. prúdové zaťaženie v základnom stave vo výhlade -vonkajšie siete, max. však 75% menovitého prúdu vodičov	160 A
Max. prúdové zaťaženie v náhradnom napájaní - vonkajšie siete, max. však 100% menovitého prúdu vodičov	240 A
Max. prúdové zaťaženie v základnom stave vo výhlade - káblvej siete, max. však 75% menovitého prúdu vodičov	300 A
Max. prúdové zaťaženie v náhradnom napájaní - káblvé siete, max. však 90% menovitého prúdu vodičov	400 A
Max. hodnota napätia v sieti 22 kV	24 kV

Pre vytvorenie modelu siete sú potrebné hodnoty napätia v napájacej transformovni v základnom radení pre oblasť východ (22,8 kV), keďže sledovaná oblasť sa nachádza vo východnej časti distribučného územia spoločnosti E.On Distribuce, a.s.. Taktiež napätie na konci vedenia v základnom stave a v základnom radení musí byť 21 kV podľa Tab. 2.1.

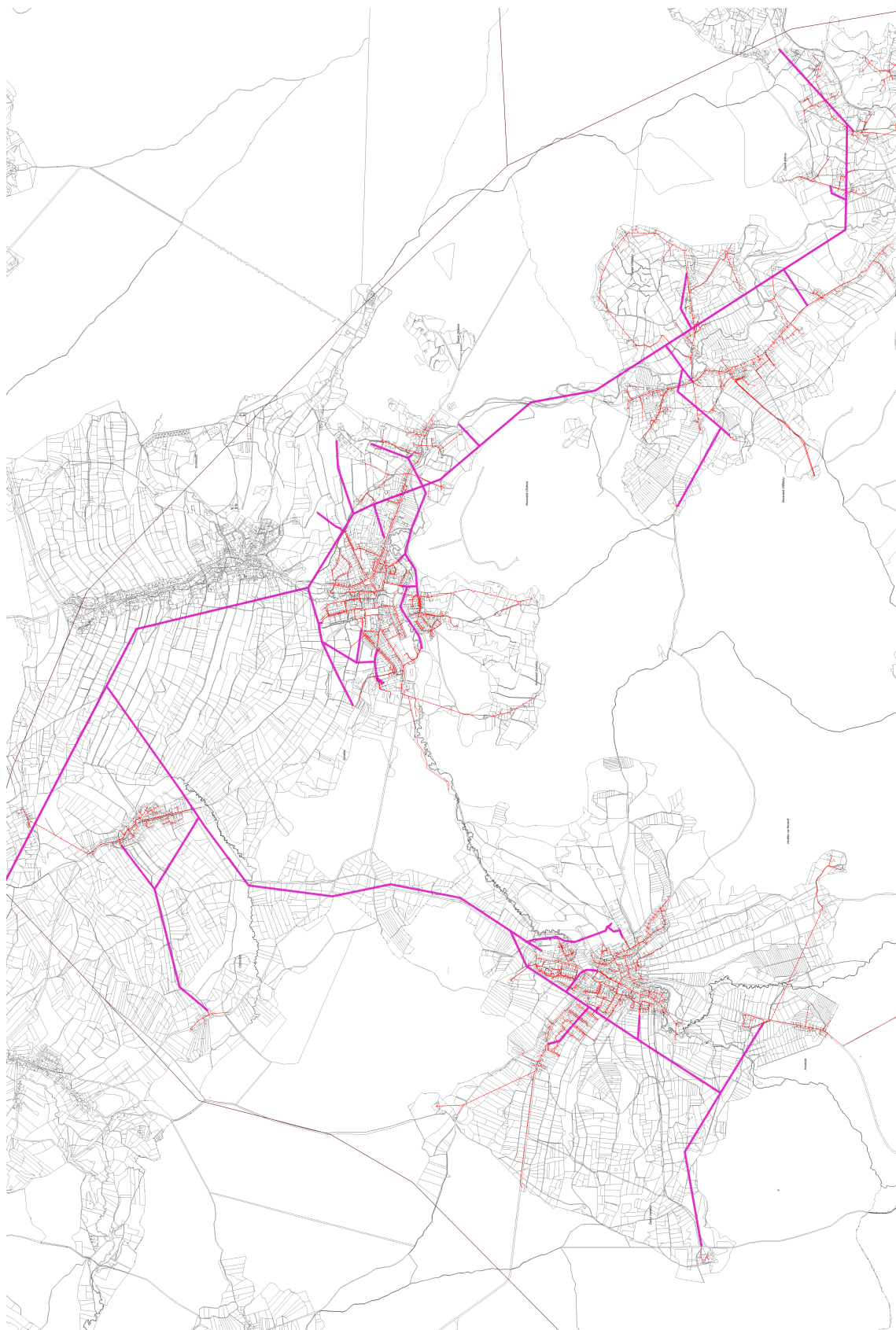
3 Popis oblasti Svratecko

Táto kapitola sa bude venovať súčasnému technickému prevedeniu a spôsobu prepojenia.

Ide o oblasť na hraniciach Pardubického kraja a Vysočiny, teda oblasť "Svratecko". Je to hranica medzi distribučným územím E.ON Distribuce, a.s. a ČEZ Distribuce, a.s.. Z historického hľadiska išlo o distribučné územie skupiny ČEZ. V roku 1998 prišla do Českej republiky spoločnosť E.ON, ktorá sa stala majiteľom distribučných území Južné Čechy a Južná Morava. Taktiež sa stala majiteľom územia „Svratecko“, ktoré spadá pod distribučné územie E.ON Distribuce, a.s..

Oblasť je stále napájaná zo strany ČEZ Distribuce, a.s., napäťová hladina VN je 35 kV. Medzi distribučnou sieťou E.ON a jednotlivými dedinami v Svratecku nie je vytvorené žiadne podzemné alebo nadzemné vedenie. Odberateľmi elektrickej energie sú aj zákazníci E.ON Distribuce, a.s. aj ČEZ Distribuce, a.s.. Medzi najväčšie dediny patria dediny Svratka, Křižánky, Herálec. Na území sa nachádza niekoľko odberateľov E.ON Distribuce, a.s.. Hlavným cieľom práce je spojiť oblasť s distribučnou sieťou, zakruhovať ju, teda napájať z dvoch strán. Cieľom je tiež vytvoriť dvoj-poťah s napätím VN 35 kV a 22 kV a následné obnoviť, vymeniť niektoré prístroje v sieti.

Pre lepšiu ilustráciu je uvedený Obr. 3.1 oblasti Svratecko. Fialovou farbou sú znázornené vedenia VN (Linka VN 3836), červenou farbou sú znázornené vedenia NN. Ako je možné vidieť na Obr. 3.1, nadzemné vedenie VN, ktoré napája oblasť zo strany ČEZ Distribuce, a.s. sa nachádza pri dedine Chlumětín a Česke Milovy, konkrétne z rozvodní pri Hradci Králove, Hlinsko a Polička.



Obr. 3.1: Sledovaná oblast Svratecko [33]

3.1 Rozbor súčasného stavu

Podľa informácii z geoportálu spoločnosti E.ON boli zistené nasledujúce údaje o dĺžke vedení, úsekových odpínačov a elektrických staniciach.

V súčasnej dobe je oblasť napájaná zo strany ČEZ Distribuce, a.s.. V oblasti sa nachádza 36,776 km vedenia VN 35kV s označením VN 3836. Vo väčšine prípadov ide o nadzemné vedenia, ktoré sú vo vlastníctve ČEZ Distribuce, a.s.. V nasledujúcej tabuľke Tab. 3.1 sú uvedené typy a dĺžky vedení. V oblasti sa primárne nachádzajú vonkajšie vedenia VN. Spoločnosť E.ON Distribuce, a.s. má v oblasti 964,92 m vedenia. Káble VN sú typu AXEKVCEY o priereze 120 mm².

Tab. 3.1: Typy a dĺžky vedení

Typ vedenia	Dĺžka
Nadzemné vedenie	36665 m
Podzemné vedenia	111 m

Pozdĺž vedenia sa nachádza 58 úsekových odpínačov, ktoré sú vyznačené na Obr. A.1, z toho 4 sú v súkromnom vlastníctve E.ON Distribuce, a.s.. Predpokladá sa výmena prístrojov a vrátenie zvyšných prístrojov spoločnosti ČEZ Distribuce, a.s., prípadnému odkúpeniu, pokiaľ vyhovujú budúcemu prevedeniu siete, štandardom a sú v dobrom technickom stave.

Vedenie napája 52 transformátorov VN, ktoré sú najčastejšie umiestňované vo vonkajších priestoroch na betónových stĺpoch. Všetky transformátory sú v napäťovej hladine 35/0,4 kV. Z celkového počtu transformátorov je 32 v súkromnom vlastníctve spoločnosti E.ON Distribuce, a.s.. Ostatné zariadenia sú v cudzom vlastníctve. Celková suma výkonov všetkých transformátorov je 18,36 MVA.

3.2 Návrh prepojenia

Spôsoby prepojenia boli vybrané po dohode s dispečingom spoločnosti E.ON Distribuce, a.s., najmä kvôli ich vzdialenosti od oblasti Svratecko, a taktiež zapojeniu siete spoločnosti E.ON Distribuce, a.s.. Predpokladá sa značný úbytok napätia na konci vedenia v oblasti Svratecko, keďže dĺžka vedenia v Svratecku je 36,776 km. Boli preto zvolené čo najbližšie miesta pripojenia, aby bola hodnota napätia na požadovanej úrovni podľa Tab. 2.1 a normy PNE 33 3430 - 7 [18].

Prepojenie linky VN 3836, teda oblasti Svratecko, bude realizované dvomi prepojmami a je znázornený v prílohe A na Obr. A.1. Prepoj A bude káblom VN pri dedine Herálec s dĺžkou približne 4 km v Smere na dedinu Cikháň, konkrétne na linku VN 99. Prepoj B bude realizovaný na druhom konci vedenia VN 3836 v Smere na Podlesí u Sněžného, konkrétne na linku VN 144 s dĺžkou kábla približne 1,5 km. V úseku medzi úsekovými odpínačmi ÚS 3353 a ÚS 3350 bude vytvorený dvoj-poťah, kde na jednom poťahu bude umiestnené vedenie s napäťovou hladinou 35 kV spoločnosti ČEZ Distribuce, a.s. a na druhom poťahu bude umiestnené vedenie s napäťovou hladinou 22 kV spoločnosti E.ON Distribuce, a.s.. Dvoj-poťah bude mať dĺžku približne 8,6 km medzi konkrétnymi odpínačmi.

Návrh prepojenia je znázornený v prílohe A na Obr. A.1, kde je možné vidieť výrez z dispečerského riadenia siete. Červenou farbou je znázornené vedenie spoločnosti E.ON Distribuce, a.s. a modrou farbou je znázornené vedenie ČEZ Distribuce, a.s.. Červené šípky prezentujú jednotlivé prepoje káblami VN. Taktiež je v prílohe A na Obr. A.2 uvedený výrez siete z Geoportálu spoločnosti E.ON Distribuce, a.s., kde je možné vidieť budúce prepoje Svratecka.

Pre vytvorenie modelu siete bude nutné zistiť, z Geoportálu spoločnosti E.ON Distribuce, a.s., parametre vedení ako nadzemných, tak aj podzemných a ich jednotlivé dĺžky a vzájomné prepoje ako aj veľkosti jednotlivých transformátor. Celkové zapojenie siete musí byť importované do modelu pre hodnovernejšie výsledky.

3.3 Program E-vlivy

Tvorba modelu bude prebiehať v programe E-vlivy [19], ktorý je vytvorený spoločnosťou EGC - EnerGoConsult ČB s.r.o. Program umožňuje riešiť siete NN, VN, VNN s celkovou analýzou zauzlených a paralelne prevádzkovaných elektrických sietí. Software dokáže analyzovať kvalitu elektrickej energie, pripojiteľnosť zdrojov do DS, Smart grids a obsahuje mnoho ďalších funkcií. Tieto nástroje a funkcie umožňujú používateľovi riešiť komplexné úlohy ohľadom prevádzky a rozvoja DS [19].

Program rešpektuje legislatívy a normatívne dokumenty, ako napríklad PPDS [4], ČSN IEC 1000-2-2 [25], ČSN EN 61000-3-2 [26], ČSN EN 50160 [27], ČSN EN 60909 - 0 [28], súbor noriem PNE 33 3430 [15], [16], [17], [18], smernicu D-A-CH-CZ a ďalšie [19].

Pre tvorbu modelu vyhovuje štruktúra programu, ktorá dokáže podrobne popísať celkovú situáciu v sieti VN a pomerne reálne odprezentovať výsledky v sieti. Taktiež program poskytuje okrem základného modulu aj voliteľné nadstavby, ktoré riešia vybranú problematiku modelovania a posudzovania pomerov v distribučnej sústave [19].

Program využíva na simuláciu chodu siete metódu uzlových napätí alebo Newtonovu iteračnú metódu. Úlohou je z vstupných údajov vytvoriť jednopólový matematický model, ktorý je popísaný sústavou lineárnych rovníc.

Pri tvorbe modelu bude nutné zistiť skratový výkon napájacej sústavy, to znamená výkon počiatočnej transformovne. Ďalej bude potrebné zistiť parametre transformátoru v rozvodni VVN/VN, typy a dĺžky vedení a následne zistiť jednotlivé záťaže sústavy. Po zistení predchádzajúcich informácií a vytvorení modelu bude môcť prebehnúť simulácia siete s využitím metódy uzlových napätí. Simulácie sietí budú prebiehať bez úprav za štandardných nastavení, ktoré ponúka program E-vlivy. Do programu sa nezadáva žiadna presnosť výpočtu, ani nie je volený počet iterácií. Program porovnáva výsledky na základe vyššie spomenutých noriem tak, aby technik dokazal zhodnotiť parametre siete.

4 Model linky VN 99

Model pripojenej linky bol vytvorený na základe informácií od spoločnosti E.ON Distribuce, a.s. a podklady boli získané z Geoportálu. Model začína v rozvodni Žďár nad Sázavou a rešpektuje odbočky a odbery na linke VN99. Diaľkový úsekový odpínač sa nachádza približne v polovici vedenia a zjednodušuje nám modelové schémy. Po dohode s dispečingom je možné prevádzkovať sieť pri odpojenom diaľkovom odpínači. V prílohe B na Obr. B.1 je vyznačené miesto odpínača. Následné vedenie pokračuje odbočkou až po dedinu Cikháj, kde je zisťované napätie a zvolené miesto pripojenia oblasti Svratecko. Na Obr. B.1 je možné vidieť zvýraznené vedenie VN 99 fialovou farbou. Zelenou farbou je vyznačený budúci prepoj oblasti Svratecko.

Nasledujúce body práce sa budú venovať podrobnejšiemu popisu modelu a dosiahnutým výsledkom.

4.1 Parametre napájacej sústavy

Napájacia sústava 110 kV je zadaná napätím, skratovým prúdom, skratovým výkonom a pomerom R_0/R_1 a X_0/X_1 . Parametre sú uvedené v Tab. 4.1.

Tab. 4.1: Parametre napájacej sústavy

Názov	U_{vnt} (kV)	U_{prv} (kV)	I_{zkr} (kA)	S_{zkr} (MVA)	R_0/R_1 (-)	X_0/X_1 (-)
ZDA	110	110	6,2	1181,259	1	1

4.2 Parametre transformátora

Transformátor 110/22 kV je definovaný napätím na primárnej strane, napätím na sekundárnej strane, menovitým výkonom, parametrami nakrátko a naprázdno, zapojením primárnej strany a zapojením sekundárnej strany, hodinovým uhlom. Pri regulačnom transformátore sa definuje počet odbočiek a jednotlivý krok odbočky. Ide o transformátor od výrobcu Škoda s nasledujúcimi parametrami. Transformátor je nastavený na základnej obočke. Informácie sú získané od spoločnosti E.ON Distribuce, a.s.. Parametre transformátoru sú uvedené v Tab. 4.2 a Tab. 4.3.

Tab. 4.2: Parametre transformátora T101

Názov	U_1 (kV)	U_2 (kV)	S_t (MVA)	P_k (kW)	u_k (%)	i_0 (%)	P_0 (kW)
T101	110	23	40	170	11,5	0,25	29,3

Tab. 4.3: Parametre transformátora T101

Zap.prim. (-)	Zap.sekun. (-)	H.uhol (-)	Reg.odb. (-)	Počet odb. (-)	Krok (%)
YN	YN	0	ANO	8	2

4.3 Parametre vedenia

Program E-vlivy poskytuje širokú databázu vedení, poprípade káblov, ktoré sú importované z programu GIS. Pri výbere sa volí napäťová hladina a druh vodiča. Následne sú zadané parametre vodiča ako odpor, reaktancia, susceptancia na kilometer, dĺžka v kilometroch a maximálny zaťažovací prúd. Jednotlivé dĺžky vedení boli ručne odmerané z Geoportálu spoločnosti E.ON Distribuce, a.s..

Kmeň linky VN 99 je tvorený z vedení 110/22AlFe6, ostatné typy vedení tvoria odbočky linky. Najviac sa vyskytujú vedenia 42/7AlFe6, 35AlFe6, 50AlFe6. Niektoré časti vedenia sú pôvodne s prierezom 42/25AlFe6, ale boli nahradené vedením 42/7AlFe6. Táto zmena nemá veľký vplyv na model siete, keďže veľkosti odporu sú takmer totožné. Všetky typy vedení a káblov sú uvedené v tabuľkách parametrov vonkajších vedení a káblov, Tab. 4.4 a Tab. 4.5. Podrobne rozpísané parametre vedení sú uvedené v prílohe B v Tab. B.1, Tab. B.2, Tab. B.3. V tabuľkách sú rozpísané jednotlivé úseky vedení VN 99, ale aj to, ako boli zadávané do programu E-vlivy, teda tabuľka obsahuje názov úseku, typ vedenia, rezistenciu na km, reaktanciu na km, zvod na km, maximálny prúd vedenia, dĺžku vedenia. Tento výpis úsekov vedení bude platiť aj pre nasledujúce tabuľky.

Tab. 4.4: Parametre vonkajších vedení

Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu\text{S}/\text{km}$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
110/22AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	8,49
70/11-1AlFe6	0,431	0,383	1,431	225	0,038
50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	4,39
42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	6,29
35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	8,54

Tab. 4.5: Parametre káblov

Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu\text{S}/\text{km}$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
240AXEKCY	0,128	0,198	94	506	0,85
185/25AXEKCY	0,164	0,727	83	494	0,02
185ANKTOYPV	0,194	0,091	70	306	0,5
150NA2XS2Y	0,206	0,94	79	319	0,56
120AXEKCY	0,253	0,469	75	307	0,15

4.4 Zataženie sústavy

Po dohode s dispečingom spoločnosti E.ON Distribuce, a.s. bolo zistené zataženie linky VN99, ktoré predstavuje 64,15 A. Táto hodnota predstavuje maximálnu hodnotu zataženia linky VN 99 a je meraná raz ročne vždy v 2. stredu v januári. Z informácii spoločnosti E.ON Distribuce, a.s. bola zistená predpokladaná suma výkonov transformátorov na linke, ktorá je 22,583 MVA. V skutočnosti sa častokrát v sieti nachádzajú výkonovo menšie transformátory, preto celková suma musela byť zistená ručne z Geoportálu a je 17,5 MVA. Toto riešenie zaisťuje hodnovernejšie výsledky. Model linky rešpektuje transformátory iba po diaľkový úsekový odpínač. Preto bolo potrebné vybrať transformátory, ktoré sa nachádzajú na linke. Ich skutočná suma výkonov je 11,8 MVA.

Na základe zistených veľkostí transformátorov a veľkosti zataženia linky sa bolo možné určiť zataženie transformátoru na VN strane. Po konzultácii so spoločnosťou E.ON Distribuce, a.s. sa empiricky určil prepočet transformátoru. Prepočet bol stanovený na 20% jednotky zdanlivého výkonu. To znamená, že je 1 kVA je 0,2 kW.

Tieto hodnoty bolo potrebné prepočítať na zistenia zaťaženia na VN strane distribučného transformátoru. Boli prepočítané na činný výkon, pretože ten je východiskový pri určovaní parametrov sietí. Celkom sa na linke nachádza 33 transformátorov 22/0,4 kV, z čoho vyplýva, že model obsahuje 33 záťaží. Zátáže boli zadávané do modelu formou napätia, výkonu a účinníku. Celkový výkon transformátorov je 2360 kW.

V prílohe B v Tab. B.4, Tab. B.5 sa nachádzajú podrobne rozpísané zátáže. Do programu boli zadávané iba hodnoty napäťovej hladiny, účinník a výkon v kW. Ostatné informácie si program dopočítal ako prúd, jalový výkon a zdanlivý výkon. Zataž Z15 má rezervovaný príkon 3000 kVA. Tento výpis zataží bude platiť aj pre nasledujúce tabuľky.

4.5 Napäťové pomery na linke VN 99

Na základe vyššie uvedených informácií bol vytvorený model siete v programe E-vlivy, ktorý je uvedený v prílohe B na Obr. B.2. Sieť obsahuje 82 uzlov. Je primárne tvorená z vonkajších vedení o dĺžke 27,748 km. Podzemné vedenia, teda káblové vedenia, tvoria 2,08 km. Predpokladaný bod pripojenia Svratecka sa nachádza v dedine Cíkháj a predstavuje ju uzol U76, ktorý sa nachádza na konci modelovanej linky VN 99. Pred uzlom U86 sa nachádza vypínač kvôli simulácii z oboch strán.

Po prevedenej simulácii chodu siete boli získane hodnoty napätí v sieti. Napäťové pomery v sieti sú v rámci normy PNE 33 3430-7. 4. [18], ktorá hovorí, že odchýlka napätia nemá za normálnych prevádzkových podmienok, okrem obdobia s prerušením, behom každého týždňa 95 % priemerných efektívnych hodnôt v meracom intervale 10 minút prekročiť $\pm 10\%$ menovitého napätia. Keďže model počíta s okamžitými hodnotami, tak v tejto práci bude uvažované 100% hodnôt stanoveného napätia, nesmie prekročiť $\pm 10\%$. Ako odchýlka bola stanovená hodnota 22,8 kV, vychádza z Tab. 2.1. Táto hodnota udáva rozdiel napätia v každom uzle siete. Keďže program E-vlivy počíta vhodnosť pripojiteľnosti zdrojov k sieti, porovnáva teda rozdiel napätia pred pripojením a po pripojení pre samostatný zdroj, pričom vychádza z hodnoty napätia za transformátorom VN/VVN. Preto musela byť odchýlka napätia prepočítaná takýmto systémom, inak by hodnota rozdielu napätia nemala význam. Napätie na konci vedenia v uzle U76 je na hodnote 22,629 kV. Na linke VN 99 nastal pokles napätia v rámci stanovenej odchýlky. Jednotlivé veľkosti napätia v uzloch siete sú vidieť v prílohe B v Tab. B.6, Tab. B.7, Tab. B.8. Tabuľky obsahujú napätie v danom uzle siete, uhol napätia, rozdiel napätia od stanovenej

hodnoty, impedanciu v uzle a jej uhol a zdanlivý výkon v danom uzle. Tento výpis výsledkov napätia bude platiť aj pre nasledujúce tabuľky.

Zadanie práce popisuje overenie vypočítaných hodnôt pomocou reálneho merania na vedení. Po vytvorení modelu však nebolo možné zistiť reálne napätie z dôvodu opatrení súvisiacich s ochorením COVID-19 v období písania diplomovej práce. V práci sú preto uvedené iba výsledky simulácii. Spoločnosť E.ON Distribuce, a.s. má možnosť merania napätia diaľkovým spôsobom, ale len v odberateľských trafostani-
ciach. Tieto typy trafostaníc sa nenachádzajú v blízkosti zvolených prepojení, preto táto možnosť nie je vhodná.

5 Model oblasti Svratecko

Po vytvorení modelu linky VN 99 a zistení napätia v mieste pripojenia sa práca zaoberá modelom sledovanej oblasti. Keďže napätie v dedine Cikhaj, teda model siete v programe E-vlivy, vyhovuje norme PNE 33 3430-7. 4.[18], je možné vytvoriť model oblasti Svratecko. Model bol opäť vytvorený v programe E-vlivy, a to v rovnakom súbore ako doterajší model, keďže účelom je simulovať prepoj a chod siete v takomto zapojení. Modelová linka má označenie v Geoportále VN 3836.

Táto kapitola sa bude venovať podrobnému rozboru a popisu káblu, ktorý bude spájať linku VN 99 a Linku VN 3836. Venovať sa bude aj popisu parametrov vedení a dosiahnutými napäťovými pomermi na linke.

5.1 Prepojovací kábel

Ako prepojovací kábel sa bude využívať kábel typu NA2XS(F)2Y podľa štandardu spoločnosti E.ON Distribuce, a.s.. Ide o silový kábel s izoláciou zo zosieťovaného polyetylénu. Tento typ káblu sa využíva ako káblový zvod z vonkajšieho vedenia, ale aj na prepoj medzi jednotlivými distribučnými trafostanicami. Kábel bude slúžiť na prepoj medzi linkou VN 99 a linkou VN 3836 [23].

V prílohe D na Obr. D.1 je vidieť konštrukcia káblu NA2XS(F)2Y. Tento typ káblu bude o priereze 240 mm².

V prílohe D v Tab. D.1 budú popísané niektoré parametre káblu NA2XS(F)2Y. Údaje boli získané zo stránky spoločnosti NKT.

Uloženie káblu

Keďže oblasť, teda miesto prepoja, sa nachádza v pomerne hornatej a z veľkej časti zalesnenej krajine, pravdepodobne sa bude určitá časť územia odlesňovať. Práca sa nebude venovať legislatívnym a právnym náležitostiam, ktoré sú spojené s uložením kábla. Predpokladá sa, že úrady ako životné prostredie a stavebný úrad súhlasili s konkrétnymi úpravami a prácami v danej oblasti.

Uloženie kábla bude prebiehať podľa podnikovej normy PNE 34 1050 [13], ktorá vychádza z Českej normy ČSN 33 2000-5-52 [24]. Norma popisuje spôsob uloženia, a taktiež chránenia kábla. Uloženie kábla bude zohľadňovať priestorové usporiadanie siete, ako aj jednotlivé vzdialenosti od podzemných sietí rôznych typov dané

Českou normu ČSN 73 6005 [20]. Všetky vzdialenosti sú uvedené v Tab. 1.2, Tab. 1.3 v kapitole - 1.7 Priestorové usporiadanie sietí . Všetky spomenuté normy sú uvedené v teoretickom úvode.

Uloženie kábla bude prebiehať technológiou pluhovania. Ide o bezvýchopovú metódu pokládky káblových a potrubných systémov. Pokladanie káblu prebieha pomocou pluhovacieho stroja, ktorý zakopáva kábel do stanovenej hĺbky, zároveň je pokladaná výstražná fólia do 200 mm nad kábel. Zakopanie prebieha podľa podnikovej normy PNE 34 1050 [13] s presnosťou ± 20 mm. Pri inštalácii kábla sú dodržané všetky parametre - minimálny polomer ohybu, maximálna ťažná sila.

Podľa normy musí byť kábel zakopaný minimálne do 1 m hĺbky, ale zároveň musí byť pod káblom minimálne 80 mm pieskového podkladu. Výstražná fólia musí byť kladená minimálne do hĺbky 200 mm nad kábel.

Káblový zvod

Táto časť sa bude venovať stručnému návrhu káblového zvodu, čiže návrhu podporeného bodu pre vývod kábla NA2XS(F)2Y a prepoja na vodič AlFe 110/22. Návrh bude realizovaný podľa noriem PNE 33 3301[11] a PNE 34 8601[14]. Nasledujúci popis sa stručne venuje konštrukčnému riešeniu prevedenia podperného bodu.

Káblové koncovky VN sa pripoja na svorníky plastových obmedzovačov prepätia VN. Na tieto svorníky sa ďalej pripoja prepojky prevedené z vodiča AlFe 110/22 s nalisovanými káblovými okami. Druhý koniec prepojky sa pripevní k spodným kontaktom zvislého odpínača. Na konci svorníkov obmedzovačov prepätia sa pevne spojí kábel VN prepojkou k zvislému odpínaču a na koniec svorníkov sa potom namontujú skratové guľové body. Tienenie káblov VN sa pripojí na konzolu obmedzovačov prepätia. Káblový plastový kryt s dĺžkou 3 m sa uchyťí tak, aby cca 0,3 m bolo pod konečnou úrovňou terénu. Uchytenie káblového vedenia VN bude vykonané štyrmi kusmi káblových gumových úchytov KP 42/3, vzdialenosť medzi jednotlivými úchytkami nepresahuje 1 m. Uchytenie konštrukcií na stĺp je pomocou ocelevej nerezovej pásky a spony. Na rozmedzí prechodu plastového krytu do krajiny bude na kryt uchytaná plechová ochrana pomocou ocelevej nerezovej pásky a spony tak, aby spodná hrana zostala aspoň 0,1m pod konečnou úrovňou terénu. Návrh je uvedený v prílohe D na Obr. D.2, vytvorený v programe AutoCAD.

Hlavné časti káblového zvodu:

- Ochranné pásmo vedení 22 kV - pre vodiče bez izolácie (holé vodiče AlFe) 7m podľa kapitoly 1.1;
- Konzola na prichytenie izolátorov bude typu Pařát IV JB-R28 ES 785-10 [29];
- Podperný bod bude typu EPV 10,5/6 [30] s dĺžkou 10,5 m;
- Betónové základy sú navrhnuté podľa normy TNS 76 3110.01 [31] pre jednoduchý betónový stĺp EPV strojne vykopaný;
- Odpínač Flb 15/6400 25 kV [32].

5.2 Parametre siete

Informácie o jednotlivých prvkoch siete boli získané z Geoportálu spoločnosti E.ON Distribuce, a.s.. Všetky informácie bolo potrebné roztriediť podľa vlastníctva a zákazníkov spoločnosti E.ON Distribuce, a.s..

Parametre vedenia

Model siete Svratecko, teda model linky VN 3836 je tvorený z vonkajších vedení aj podzemných vedení. Väčšina vedenia sa nachádza vo vlastníctve spoločnosti ČEZ Distribuce, a.s.. V modeli sú uvažované iba vedenia, ktoré budú využívané a priamo napájajú distribučné transformátory zákazníkov E.ON Distribuce, a.s.. Kmeňové vedenie v tejto oblasti je konštruované vonkajším vedením 50AlFe6 a dvomi úsekmi vedenia 70/11-1AlFe6. Celková dĺžka vedenia je 34,192 km. Jednotlivé typy vedení a ich celkové dĺžky sú uvedené v Tab. 5.1. Podrobný rozpis vedení ako vonkajších, tak aj podzemných je uvedený v tabuľkách v prílohe C v Tab. C.1, Tab. C.2, Tab. C.3.

Tab. 5.1: Parametre vedení

Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu\text{S}/\text{km}$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
70/11-1AlFe6	0,431	0,383	1,431	225	1,28
50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	16,266
42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,969
35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	15,566
120AXEKCY	0,253	0,469	75	307	0,111

Zaťaženie linky

Jednotlivé záťaže linky VN 3836 na strane VN predstavujú transformátory 35/0,4 kV. Celkovo sa tu nachádza 52 distribučných transformátorov, z čoho bude model využívať 42 distribučných transformátorov, ktoré napájajú zákazníkov E.ON Distribuce, a.s.. Tieto transformátory budú vymenené za distribučné transformátory VN 22/0,4 kV o rovnakých výkonoch. Suma výkon transformátorov je 15,33 MVA.

Tieto transformátory boli prepočítavané rovnako ako v kapitole 4.4. Celkový výkon transformátorov je 3066 kW. Taktiež sa tu nachádzajú zákazníci, ktorí majú väčší rezervovaný príkon a toto zohľadňuje záťaž s názvom S_Z27. Podrobné informácie o záťažach sú uvedené v kapitole C konkrétne v Tab. C.4, Tab. C.5.

5.3 Simulácia pripojenia Svratecka na VN 99

Z dostupných údajov o sieti Svratecko bol vytvorený model siete, ktorý bol pripojený na zhotovený model linky VN 99. Časť modelu siete je uvedená v prílohe C, konkrétne na Obr. C.1. Kvôli lepšej ilustrácii je v prílohe znázornený iba výrez siete. Celkovo model obsahuje 79 úsekov vedení a 41 záťaží.

Pripojenie začína v uzle U76 a je realizované káblom popísaným v kapitole 5.1. Dĺžka kábla NA2XS(F)2Y je 4 km. Uzol U86 predstavuje miesto pripojenia nového kábla a nachádza sa pri dedine Herálec. V uzle U151 je reálne umiestnený transformátor, ale v súčasnej dobe je odpojený a daná lokalita je napájaná zo susedného transformátoru. Konkrétne ide o transformátor, teda záťaž s označením S_Z29. Dvoj-potah začína na hlavnom kmeni linky, konkrétne v uzle U117 a končí uzlom U163. Ide o cca o 8,6 km úsek vedenia.

Odchýlka napätia sa počítala rovnako ako v kapitole 4.5. Po prevedení výpočtu, teda simulácie chodu siete v programe E-vlivy, boli zistené jednotlivé hodnoty napätia v uzloch siete. Napätie nekleslo pod hodnotu $\pm 10\%$ stanovenej hodnoty.

Od uzla U135 začalo napätie klesať pod stanovenú hodnotu napätia spoločnosťou E.ON Distribuce, a.s.. Táto hodnota je uvedená v kapitole 2.3 konkrétne v Tab. 2.1, a je to 21 kV pre napätie na konci vedenia v základom stave. Celkovo napätie kleslo na hodnotu 20,928 kV na konci linky VN 3836, konkrétne v uzle U164. Veľkosti napätia v uzloch siete sú uvedené v prílohe C v Tab. C.6, Tab. C.7, Tab. C.8, Tab. C.9, Tab. C.10.

Je nutné navrhnúť opatrenia na zlepšenie napäťových pomerov na linke VN 3836, tak, aby napätie na konci linky vyhovovalo štandardom spoločnosti E.ON Distribuce, a.s., a taktiež ČSN.

5.4 Zlepšenie napäťových pomerov

Predchádzajúca kapitola sa venovala dosiahnutým výsledkom po pripojení oblasti Svratecko na linku VN 99. Keďže napätie kleslo pod stanovenú hodnotu spoločnosťou E.ON Distribuce, a.s., je nutné urobiť opatrenia na zvýšenie napätia. Takéto opatrenia sa dajú realizovať niekoľkými spôsobmi. Práca bude spomínať iba niekoľko typov:

1. pomocou kompenzačných prvkov;
2. zmenou odbočky transformátoru;
3. zväčšením prierezu vedenia.

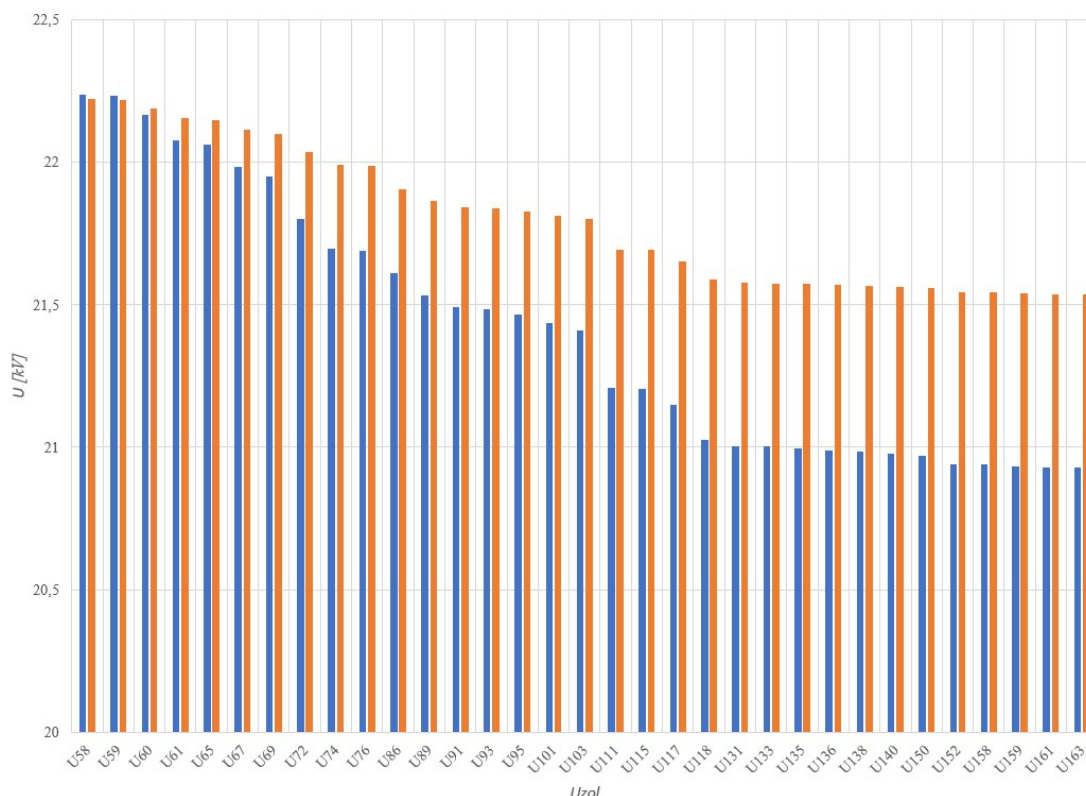
Program E-vlivy nevie odsimulovať kompenzačné prvky siete, takže táto metóda je nepodstatná pre toto riešenie.

Regulovať je možné zmenou odbočky na transformátore T101, ktorý má počet odbočiek 16 po ± 2 %. Momentálne je transformátor VVN/VN v modeli nastavený na základnú odbočku. Napätie na sekundárnej strane transformátoru je na hodnote 22,87 kV. Pokiaľ chceme zdvihnúť napätie na sekundárnom vinutí transformátoru, musí sa zmenšiť počet závitov na primárnej strane. To znamená zmenšiť odbočku, napríklad na -2 %. Po vykonaní daného opatrenia, napätie na sekundárnej strane stúplo nad stanovenú hodnotu 22,8 kV, ktorá je uvedená v kapitole 2.3, konkrét v Tab. 2.1. Preto toto opatrenie nie je vhodné vykonať.

Keďže predchádzajúce riešenia nevyhovujú buď štruktúre programu E-vlivy, alebo nastaveným štandardom, treba využiť metódu zväčšenia prierezu vedenia. Táto metóda spočíva v zväčšení prierezu jednotlivých úsekov vedenia. Ak sa zväčší prierez vodiča AlFe lana, tak klesne odpor. Toto možno vidieť v Tab. 4.4 parametrov vonkajších vedení. Kvôli tomuto opatreniu sa zmenší úbytok napätia, teda stúpne napätie v jednotlivých uzloch siete. Jednotlivé úseky sa nahradili lanom 110/22AlFe6. Ide o 22 úsekov vedenia v oblasti Svratecko a 9 úsekov na linke VN 99.

Na základe vyššie spomenutých informácií boli vybrané uzly siete, teda jednotlivé úseky vedenia, kde je nutná obnova vedenia. Počiatočný uzol zväčšenia prierezu modelu siete je U58, ktorý prezentuje odbočku vedenia na dedinu Cikháj. Na nasledujú-

com Obr. 5.1 je možné vidieť graf zmeny napätia na priereze vodiča. Stĺpce s modrou farbou reprezentujú napätie v uzloch za súčasného prierezu a oranžové stĺpce predstavujú napätie po výmene vedenia za 110/22AlFe6. Ako je zrejmé z grafu, napätie sa dostalo nad požadovanú hodnotu 21 kV. Celková dĺžka výmeny vedenia je 20,346 km. Výsledky po úprave vedenia sú uvedené v prílohe C v Tab. C.11, Tab. C.12, Tab. C.13, Tab. C.14, Tab. C.15.



Obr. 5.1: Graf zmeny napätia na priereze vodiča VN 99 a Svratka

5.5 Rozpočet pre napájanie z linky VN 99

Táto kapitola sa bude venovať stanoveniu rozpočtu pre napájanie z linky VN99. Kapitola bude vychádzať z údajov, ktoré sú spomenuté v kapitole 5.2, 5.3, 5.4. Rozpočet bude obsahovať náklady na projektovú dokumentáciu, vonkajšie vedenie VN, káblové vedenie VN, transformátory, ostané náklady, demontáže a bude počítaný v programe SAP [34]. Suma je hrubou kalkuláciou na základe, ktorej sa schvaľuje realizácia stavby a je uvedená v Tab. 5.2. Ako je vyššie spomenuté, tak dĺžka prepoja bude 4 km a bude realizovaná káblom 3x240 NA2XS(F)2Y. Dĺžka vonkajšieho vedenia, ktoré treba vymeniť je 20,346 km, a taktiež bude potrebné vymeniť transformátory 35/04 kV, ktoré sú v oblasti Svratecko a je ich 42. Pre transformátory sa

bude uvažovať jednotná cena nezávislá na výkone transformátoru. Ceny sú uvedené v Českých korunách. Na základe informácií z kapitoly 1.1 o ochrannom pásme, preložke zariadenia a styku musia byť dodržané nasledujúce body. Ochranné pásmo pre vodiče vonkajšieho vedenia musí byť 7 m, ako je uvedené v Tab. 1.1. Pre kábel musí byť vzdialenosť 1 m. Taktiež musí byť dodržaný styk zariadení, čo znamená dodržanie ochranných pasiem jednotlivých zariadení so súhlasmi majiteľov pozemkov, kde zariadenie zasahuje svojím ochranným pásmom. Náklady na prenastavenie ochrán nebudú brané do úvahy, keďže túto činnosť vykonáva priamo technik spoločnosti E.ON Distribuce, a.s..

Tab. 5.2: Rozpočet pre napájanie z linky VN 99

Kalkulácia	Počet	MJ	kč/MJ	Cena
Projektová dokumentácia	1	KS	988 732,00	988 732,00
Podklady pre realizáciu	31	KS	12 500,00	387 500,00
Súhlasy majiteľov	390	KS	250,00	97 500,00
Základná cena PD VN/NN	503732	JV	1	503 732,00
Vonkajšie vedenie VN	1	KS	14 014 404,00	14 014 404,00
VN 3xALFe 110/22 sl.bt.preSDOK	20346	M	674,00	13 713 204,00
VN KAB. sv.ÚOkom. sv.DB12/12uz.	2	KS	150 600,00	301 200,00
Káblové vedenie VN	1	KS	7 303 200,00	7 303 200,00
VN kábel 3x240 mesto	4000	M	1 823,00	7 292 000,00
VN káblová koncovka vonkajšia	2	SET	5 600,00	11 200,00
Trasnformátory	1	KS	6 300 000,00	6 300 000,00
Transformátory 22/0,4 kV	42	KS	150 000,00	6 300 000,00
Demontáže	1	KS	525 000,00	525 000,00
VN Dem.vonk.v.15%z INdo250tKČ	1		105 000,00	105 000,00
Trafo demontáž	42	KS	10 000,00	420 000,00
Príprava a riadenie stavby	8	%	2 330 506,88	2 330 506,88
Rezerva	10	%	2 913 133,60	2 913 133,60
GZS	4	%	1 165 253,44	1 165 253,44
Celkové náklady	1	KS	35 540 229,92	35 540 229,92

6 Model linky VN 144

Táto kapitola sa bude venovať prepoju oblasti Svratecko z druhej strany, konkrétne pripojenú v oblasti pri dedine Milovy. Model siete bude začínať v transformovni Bystřice nad Pernštejnem a končiť v pri dedine Podlesí. Ako bolo už spomenuté v predchádzajúcej kapitole, tak model siete bude tvorený v rovnakom programe, a taktiež v rovnakom súbore ako doteraz, tak aby sa dalo odprezentovať prepojenie oblasti Svratecko.

V prílohe na Obr. E.1 je výstrižok z Geoportálu Linky VN 144, kde je zvýraznené fialovou farbou vedenie VN 144 a zelenou farbou budúci prepoj na Svratecko. Rozvodňa Bystřice nad Pernštejnem sa nachádza v pravom dolnom rohu. Na obrázku sú vyznačené dva úsekové odpínače, jeden pri dedine Janovičky a druhý pri odbočke na dedinu Krátká. Tieto odpínače zjednodušujú model siete. Po dohode s dispečingom je možné sieť takto prevádzkovať.

6.1 Parametre napájacej sústavy a transformátoru

Napájacia sústava 110 kV v Bystřice nad Pernštejnem je zadaná rovnakými parametrami ako v prípade sústavy v Ždiari nad Sázavou, parametre sú uvedené v Tab. 6.1. Dôležitým parametrom je skratový výkon sústavy.

Tab. 6.1: Parametre napájacej sústavy

Názov	U_{vnt} (kV)	U_{prv} (kV)	I_{zkr} (kA)	S_{zkr} (MVA)	R_0/R_1 (-)	X_0/X_1 (-)
BnP	110	110	10,3	1962,414	1	1

Transformátor 110/22 kV v Bystřice nad Pernštejnem je rovnaký ako v rozvodni Ždár nad Sázavou. Parametre transformátoru sú vyznačené v kapitole 4.2 v Tab. 4.2. Odbočka transformátoru je nastavená na základnú pozíciu (0 %). Výkon transformátoru je 40 MVA.

6.2 Parametre vedenia

Linka VN 144 je pomerne dlhá. Nachádza sa tu niekoľko typov vonkajších vedení a káblových vedení ako 110/22AlFe6, 70AlFe6, 50AlFe6, 42/7AlFe6, 35AlFe6. Niektoré úseky vedenia boli 42/25AlFe6, ale boli nahradené lanom 42/7AlFe6 tak, ako v kapitole 4.3. Medzi najčastejšie káble patrí 120ANKTOPV. V modeli budú rovnako špecifikované vedenia ako doteraz. Prehľad typov a celkových dĺžok vedení je uvedený v Tab. 6.2, Tab. 6.3. Podrobne rozpísané parametre vedení sa nachádzajú v Tab. E.1, Tab. E.2, Tab. E.3, Tab. E.4, Tab. E.5.

Tab. 6.2: Parametre vonkajších vedení

Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu\text{S}/\text{km}$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
110/22AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	21,873
70AlFe6	0,434	0,363	1,431	254	0,792
50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	16,73
42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	29,09
35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	11,362

Tab. 6.3: Parametre káblov

Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu\text{S}/\text{km}$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
240AXEKC Y	0,128	0,198	94	506	0,227
240NA2XS(F)2Y	0,125	0,12	94	422	0,038
120ANKTOYPV	0,258	0,125	75	241	0,504
70AXEKC Y	0,443	0,138	94	307	0,042

6.3 Zaťaženie sústavy

Model linky obsahuje 85 záťaží, ktoré sú podrobne rozpísané v prílohe E v Tab. E.6, Tab. E.7, Tab. E.8. Záťaže boli rovnako prepočítavané ako v kapitole 4.4 a taktiež rovnako zadávané do modelu. Celkový výkon transformátorov je 27,94 MVA. Po prepočítaní je výkon transformátorov 5588 kW.

6.4 Napäťové pomery na linke VN 144

Po zistení vyššie spomenutých informácií sa vytvoril model siete, ktorý je napojený na oblasť Svratecko v uzle U163. Model siete je uvedený v prílohe E na Obr. E.2. Model vedenia VN 144 obsahuje 178 uzlov. Celková dĺžka vonkajších vedení v modeli linky 144 je 79,847 km, dĺžka káblov je 0,811 km. Za uzlom U163 sa nachádza vypínač kvôli simulácii chodu z oboch strán. Pripojenie linky bude pomocou káblu NA2XS(F)2Y, ktorý je špecifikovaný v prílohe D.

Po vypnutí vypínača na oblasť Svratecko prebehla simulácia linky VN 144. Napätie na linke neprekročilo stanovenú hodnotu $\pm 10\%$ napätia. Odchýlka bola rovnako prepočítaná ako v kapitole 4.5. Napätie za transformátorom je 22,833 kV. Napätie na konci vedenia, teda v uzle U166, je na hodnote 21,31 kV. Hodnoty sú uvedené v prílohe E v Tab. E.10, Tab. E.11, Tab. E.12, Tab. E.13. Tieto hodnoty vyhoveli ako normám, tak aj štandardom spoločnosti E.ON Distribuce, a.s. podľa kapitoly 2.3, ktorá hovorí, že napätie na konci vedenia nemá byť menšie ako 21 kV.

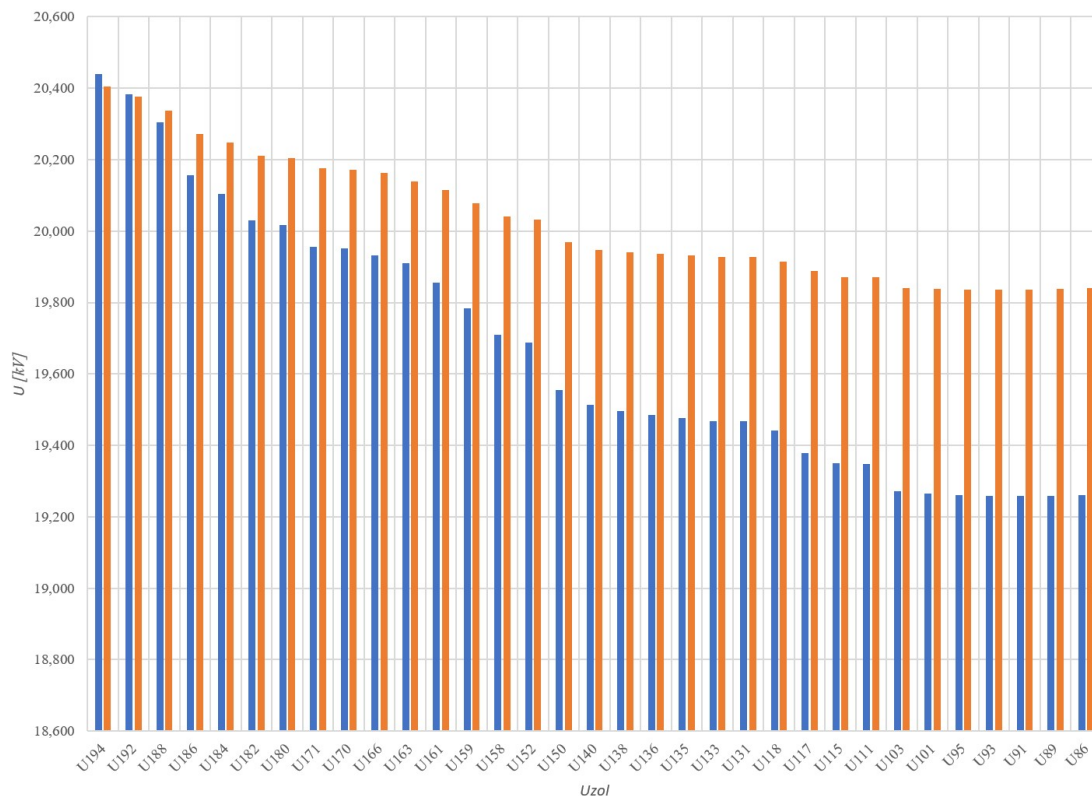
6.5 Simulácia pripojenia Svratecka na VN 144

Oblasť Svratecko bola pripojená na linku VN 144 káblom NA2XS(F)2Y o dĺžke 1,5 km. Miesto pripojenia predstavuje uzol U163. Začiatok kábla sa nachádza pri dedine Podlesí a koniec kábla pri dedine Milovy.

Po zapnutí vypínača pri uzle U163 a vypnutí vypínača smerom na vedenie VN 99 prebehla simulácia chodu siete. Rovnako ako v kapitole 4.5 bola prepočítaná hodnota odchýlky napätia. Ako je zrejmé z tabuliek v prílohe E Tab. E.14, Tab. E.15, Tab. E.16, Tab. E.17, Tab. E.18, Tab. E.19, Tab. E.20, Tab. E.21, tak hodnota napätia klesla. Od uzla U251 bola hodnota napätia menšia ako stanovená hodnota v kapitole 2.3 a to je 21 kV. Taktiež od uzla U205 bola hodnota napätia väčšia ako $\pm 10\%$ stanovenej hodnoty.

Na základe vyššie popísaných informácií musí prebehnúť úprava vedenia ako v kapitole 5.4, teda prierez sa musí zväčšiť na plný, to je 110/22AlFe6. Toto riešenie bude prebiehať od odbočky smerom na Podlesí, v modeli toto miesto predstavuje uzol U194. Ide o 9 úsekov na linke VN 144 a 22 úsekov vo Svratecku. Dĺžka výmeny vedenia pre VN 144 je 3,598 km a pre Svratecko 15,266 km, dokopy 18,864 km vonkajšieho vedenia.

Obr. 6.1 popisuje zmenu napätia po zväčšení prierezu vedenia na 110/22AlFe6. Modrá farba stĺpcov prezentuje vedenie za súčasného stavu a oranžová po výmene. Z grafu je zrejmé, že požadované napätie 21 kV, ktoré je spomenuté v kapitole 2.3, sa nedosiahlo po pripojení a vykonaní zväčšenia prierezu. Preto nie je vhodné napájať oblasť Svratecko z linky 144, ktorá je pomerne dlhá, takže tu vznikol veľký úbytok napätia.



Obr. 6.1: Graf zmeny napätia na priereze vodiča VN 144 a Svratka

Výsledky z programu, po úprave vedenia, sú uvedené v prílohe E v Tab. E.22, Tab. E.23, Tab. E.24, Tab. E.25, Tab. E.26, Tab. E.27, Tab. E.28, Tab. E.29.

Záver

Diplomová práca bola zameraná na pripojenie oblasti Svratecko na distribučnú sieť spoločnosti E.ON Distribuce, a.s.. Práca riešila problematiku energetickej legislatívy, konkrétne sa zameriavala na kvalitu napätia v distribučnej sústave. V prvej kapitole práci sú popísané jednotlivé normy, ktoré budú slúžiť na vyhotovenie praktickej časti práce. Dôležitou normou je PNE 33 3430, ktorá stanovuje parametre kvality elektrickej energie v distribučnej sústave. Hovorí, že odchýlka napätia nemá za normálnych prevádzkových podmienok, okrem obdobia s prerušením, behom každého týždňa 95 % priemerných efektívnych hodnôt v meracom intervale 10 minút prekročiť $\pm 10\%$ menovitého napätia. Následne je popísaná koncepcia siete vysokého napätia 22 kV, ktorá stanovuje parametre napájacej sústavy. Pre oblasť Svratecko je stanovená hodnota napätia v napájacej transformovni na hodnotu 22,8 kV, ktorú je potrebné dodržať na sekundárnej strane transformátoru VVN/VN. Napätie na konci vedenia by malo mať najnižšiu hodnotu 21 kV. Tieto kritériá musí splniť model pripojenia.

Po stanovení kritérií, ktoré musí splniť model siete, prebehla samotná tvorba modelu a simulácia chodu siete. V kapitole 3 bola popísaná samotná oblasť Svratecko a spôsob prepojenia na distribučnú sieť spoločnosti E.ON Distribuce, a.s.. Návrh prepojenia sa zaoberá dvomi prepojmami. Prepoj A z linky VN 99, konkrétne z dediny Cikháj smerom na dedinu Herálec s dĺžkou kábla 4 km. Prepoj B, ktorý je na druhom konci vedenia VN 3836 smerom z dediny Podlesí na dedinu Milovy s dĺžkou 1,5 km. Následne je v kapitole popísaný program E-vlivy, do ktorého sú zadávané jednotlivé prvky siete, ako napájacia sústava, transformátor VVN/VN, vedenia a záťaže.

Kapitola 4 a 5 sa venovala vytvoreniu modelu linky VN 99 a modelu oblasti Svratecko, ktoré sú prepojené. V týchto kapitolách boli podrobne popísané využité informácie z Geoportálu spoločnosti E.ON Distribuce, a.s., ako parametre vedení, záťaží, napájacej sústavy, transformátora VVN/VN. Celkovo model linky VN 99 a Svratecka obsahuje 163 uzlov siete, 10 typov vedení, 74 záťaží, jednu napájaciu sústavu a jeden VVN/VN transformátor. Tieto informácie slúžia pre vyhotovenie modelu a simulácii chodu siete. Po vytvorení modelu v programe E-vlivy a pripojeniu Svratecka na distribučnú sieť prebehla simulácia chodu siete s využitím metódy uzlových napätí. Na základe výsledkov z programu bolo zistené, že sieť v súčasnom stave nevyhovuje pripojeniu Svratecka, napätie na konci vedenia je na hodnote 20,928 kV. Táto hodnota nevyhovuje štandardom spoločnosti E.ON Distribuce, a.s., preto bolo nutné pristúpiť k riešeniu zväčšenia prierezu. Toto riešenie spočíva v zväčšení prierezu niekoľkých úsekov vedenia na plný prierez, čo je 110/22AlFe6, tým

klesol úbytok napätia na vedení a stúplo napätie v uzloch siete. Po vykonaní daného riešenia a prebehnutí opätovnej simulácie chodu siete sa napätie na konci vedenia dostalo na hodnotu 21,536 kV. Napätie stúplo nad požadovanú hodnotu 21 kV a tým vyhovelo požiadavkám.

Posledná kapitola sa venovala pripojeniu oblasti na linku VN 144, teda pripojeniu pri dedine Podlesí na linku VN 144 a na druhej strane pri dedine Milovy na oblasť Svratecko. Tento úsek káblového vedenia ma dĺžku 1,5 km. Model linky VN 144 je zostavený z 179 uzlov siete, 9 typov vedení, 85 záťaží, jednu napájaciu sústavu a jeden VVN/VN transformátor. Po vytvorení modelu linky VN 144 a pripojeniu na oblasť Svratecko prebehla simulácia chodu siete. V tomto prípade sa napätie na konci vedenia dostalo na hodnotu 19,261 kV. Táto hodnota nevyhovuje štandardom spoločnosti ani odchýlke napätia, preto bolo nutné zväčšiť prierez niekoľkých úsekov vedenia. Po prevedení opätovnej simulácie napätie stúplo na hodnotu 19,841 kV, ale stále nevyhovuje ani v prípade náhradného napájania, čo je 20,5 kV. Ako alternatívy na zdvihnutie napätia sú buď rekonfigurácia siete, zaradenie transformátora, ktorý bude zvyšovať napätie, alebo pripojenie baterky o výkone 10 MW.

Literatúra

- [1] *Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů.* In: . Praha, 2020, ročník 2000, číslo 29.
- [2] *Zákon o hospodaření energií.* In: . Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2000, ročník 2020, číslo 23.
- [3] *Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů.* In: . Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2012, ročník 2020, číslo 15.
- [4] *Pravidla provozování distribučních soustav.* In: . Praha: Energetický regulační úřad, 2016, ročník 2016.
- [5] *Vyhláška o podmínkách připojení k elektrizační soustavě.* In: . Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2016, číslo 1.
- [6] *Vyhláška o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice.* In: . Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2010, číslo 3.
- [7] *Vyhláška o dispečerském řízení elektrizační soustavy a o předávání údajů pro dispečerské řízení.* In: . Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2012, číslo 2.
- [8] *Vyhláška o stavu nouze v elektroenergetice a o obsahových náležitostech havarijního plánu.* In: . Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2010, číslo 1.
- [9] *Vyhláška o měření elektřiny a o způsobu stanovení náhrady škody při neoprávněném odběru, neoprávněné dodávce, neoprávněném přenosu nebo neoprávněné distribuci elektřiny.* In: . Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2011, číslo 5.
- [10] *Vyhláška o Pravidlech trhu s elektřinou.* In: . Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015, číslo 2.
- [11] *Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně: PNE 33 3301 4. vydání + Oprava 1.* 2016.
- [12] *Zatížení konstrukcí: ČSN EN 1991-1-4.* 2. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [13] *Kladení kabelů NN, VN a 110 kV v distribučních sítích energetiky: PNE 34 1050.* 2011.
- [14] *Součásti venkovních vedení od 1 kV do 45 kV AC PNE 34 8601: PNE 34 8601.* 2. 2016.

- [15] *Parametry kvality elektrické energie — Část 1: Harmonické a meziharmonické: PNE 33 3430-1.* 4. 2014.
- [16] *Parametry kvality elektrické energie — Část 2: Kolísání napětí: PNE 33 3430-2.* 4. 2015.
- [17] *Parametry kvality elektrické energie — Část 4: Poklesy a krátká přerušení napětí: PNE 33 3430-4.* 4. 2017.
- [18] *Parametry kvality elektrické energie — Část 7: Charakteristiky napětí elektrické energie ve veřejné distribuční síti.* 4. 2011.
- [19] E-Vlivy. In: <https://www.egc-cb.cz/> [online]. [cit. 2020-04-30]. Dostupné z: https://www.egc-cb.cz/download/sites_add_cs/1446803106_cs_evlivy-3-datasheet-cz-v4.pdf
- [20] *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení.* 1. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [21] *Koncepce sítí vysokého napětí 22 kV.* ECD-PP-249. 1. ECD, 2019.
- [22] Energetické kabely. In: *NKT* [online]. Kladno, 2013 [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: https://www.nkt.cz/fileadmin/user_upload/Energeticke_kabely_CZ-EN_2013.pdf
- [23] *Kabelové vedení VN Kabel typu NA2XS2Y: TNS 52 1711.02.* 2. E.ON Distribuce, a.s., 2007. 2.
- [24] *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení: ČSN 33 2000-5-52.* 2011. Praha: Český normalizační institut, 2012.
- [25] *Elektromagnetická kompatibilita: ČSN IEC 1000-2-2.* 2. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [26] *Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 3-2: Meze - Meze pro emise harmonického proudu (zařízení se vstupním fázovým proudem do 16 A včetně): ČSN EN 61000-3-2 ed. 4.* 4. Praha: Český normalizační institut, 2015.
- [27] *Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí: ČSN EN 50160 ed. 3.* 3. Praha: Český normalizační institut, 2011.
- [28] *Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách - Část 0: Výpočet proudů: ČSN EN 60909-0 ed. 2.* 2. Praha: Český normalizační institut, 2016.

- [29] TYPOVÝ PODKLAD č.1/2016 Ocelové konzoly PAŘÁT IV (rohové a koncové) na betonové sloupy venkovního vedení VN. In: *Https://www.energetika-servis.cz/* [online]. České Budejovice: energetika-servis.cz, 2016 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.energetika-servis.cz/upload/5/9/tp-c-1-2016-konzola-parat-iv.pdf>
- [30] Betonové předpjaté sloupy EPV. In: *Slouparna.cz* [online]. Majdalena: slouparna.cz, 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.slouparna.cz/UserFiles/files/Katalogov%C3%BD%20list%20-%20sloupy%20EPV.pdf>
- [31] *Betonové sloupy pro venkovní vedení do 45 kV Základy betonových sloupů dle ČSN EN 50 423-3, tabulky M/CZ.7: TNS 76 3110.03.* 3. online: Technická norma společnosti E.ON, 2012.
- [32] *Dribo.cz* [online]. Brno: dribo, 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: http://www.dribo.cz/pdf/CZ_DRIBO_Prehledovy_katalog.pdf
- [33] Geoportál E.ON Distribuce, a.s. Geoportál E.ON Distribuce, a.s. [online]. [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://gpep.eon.cz/>
- [34] Business klient P6.5. SAP.

Zoznam symbolov, veličín a skratiek

EZ	Energetický zákon
ČR	Česka republika
MPO	Ministerstvo priemyslu a obchodu
ERÚ	Energetický regulačný úrad
PPDS	Pravidlá prevádzky distribučnej siete
ISO	International Organization for Standardization (Medzinárodná organizácia pre normalizáciu)
EN	Európska norma
ČSN	Česka štátna norma
ON	Odborové normy
PN	Podnikové normy
DS	Distribučna sústava
PPS	Prevádzkovateľ prenosovej sústavy
PDS	Prevádzkovateľ distribučnej sústavy
ČEZ	České energetické závody
VVN	Veľmi vysoké napätie
VN	Vysoké napätie
NN	Nízke napätie
EGC	EnerGoConsult ČB s.r.o.
ÚS	Úsekový spínač
GIS	Geografický informačný systém
ECD	E.ON Distribuce a.s.
ES	Elektrizačná sústava
GZS	Globál zariadenia stanovišta

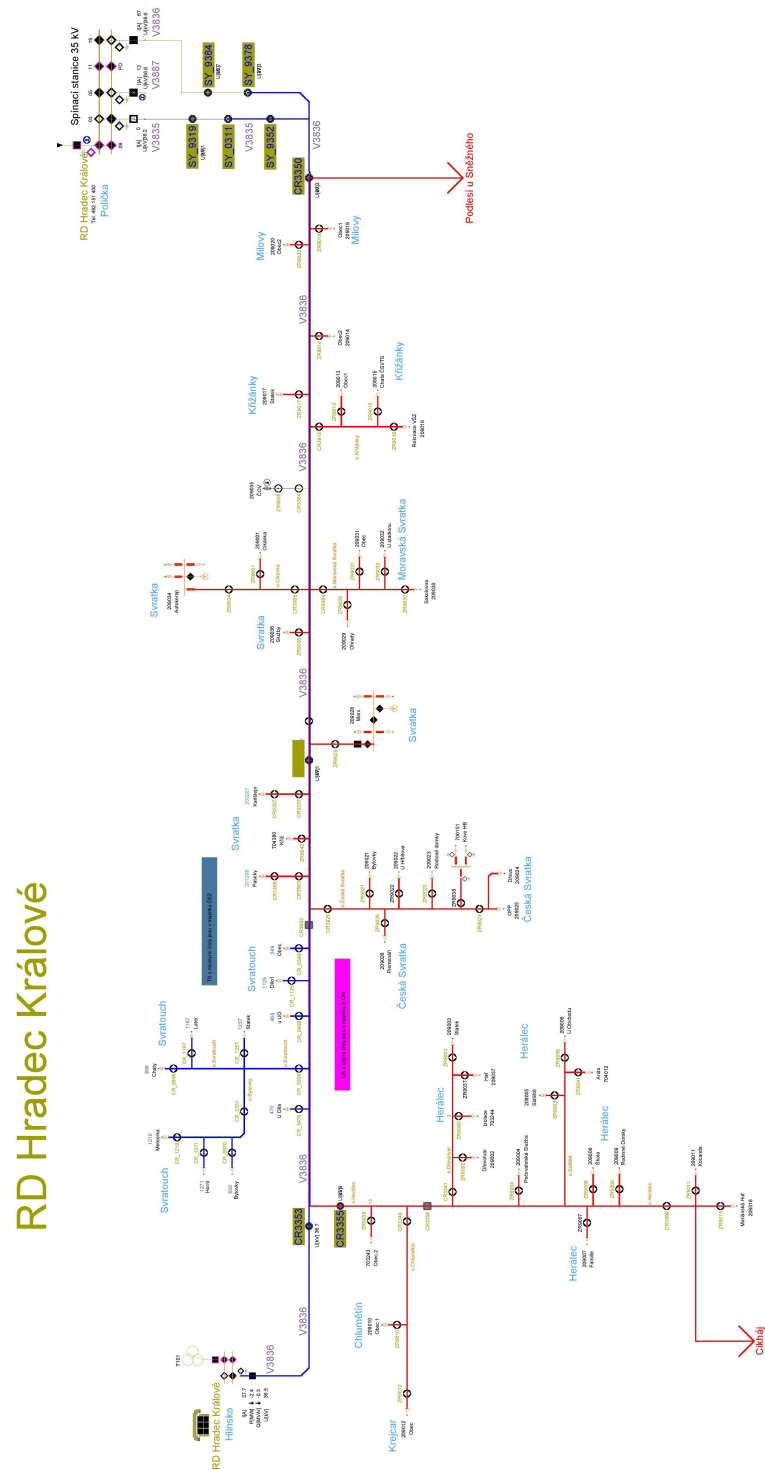
U_n	Menovité napätie
U_{vnt}	Napätie vinutia
U_{prv}	Napätie primárneho vinutia
I_{zkr}	Skratový prúd
S_{zkr}	Skratový výkon
R_0/R_1	Pomerná rezistencia
X_0/X_1	Pomerná reaktancia
U_1	Napätie na primárnej strane vinutia
U_2	Napätie na sekundárnej strane vinutia
S_t	Výkon transformátoru
P_k	Činný príkon nakrátko
u_k	Pomerného napätia nakrátko

i_0	Pomerný prúd naprázdno
R_v	Rezistencia na kilometer
X_v	Reaktancia na kilometer
B_v	Zvod na kilometer
I_{maxv}	Maximálny prúd vedením
l_v	Dĺžka vedenia
U_z	Napätie záťaže
I_z	Prúd záťaže
$\cos\varphi_z$	Účinník záťaže
P_z	Činný výkon záťaže
Q_z	Jalový výkon záťaže
S_z	Zdanlivý výkon záťaže
U_u	Napätie v uzle
dU_u	Rozdiel napätia od hodnoty 22,8 kV
Z_{ku}	Impedancia uzla
S_{ku}	Zdanlivý výkon v uzle

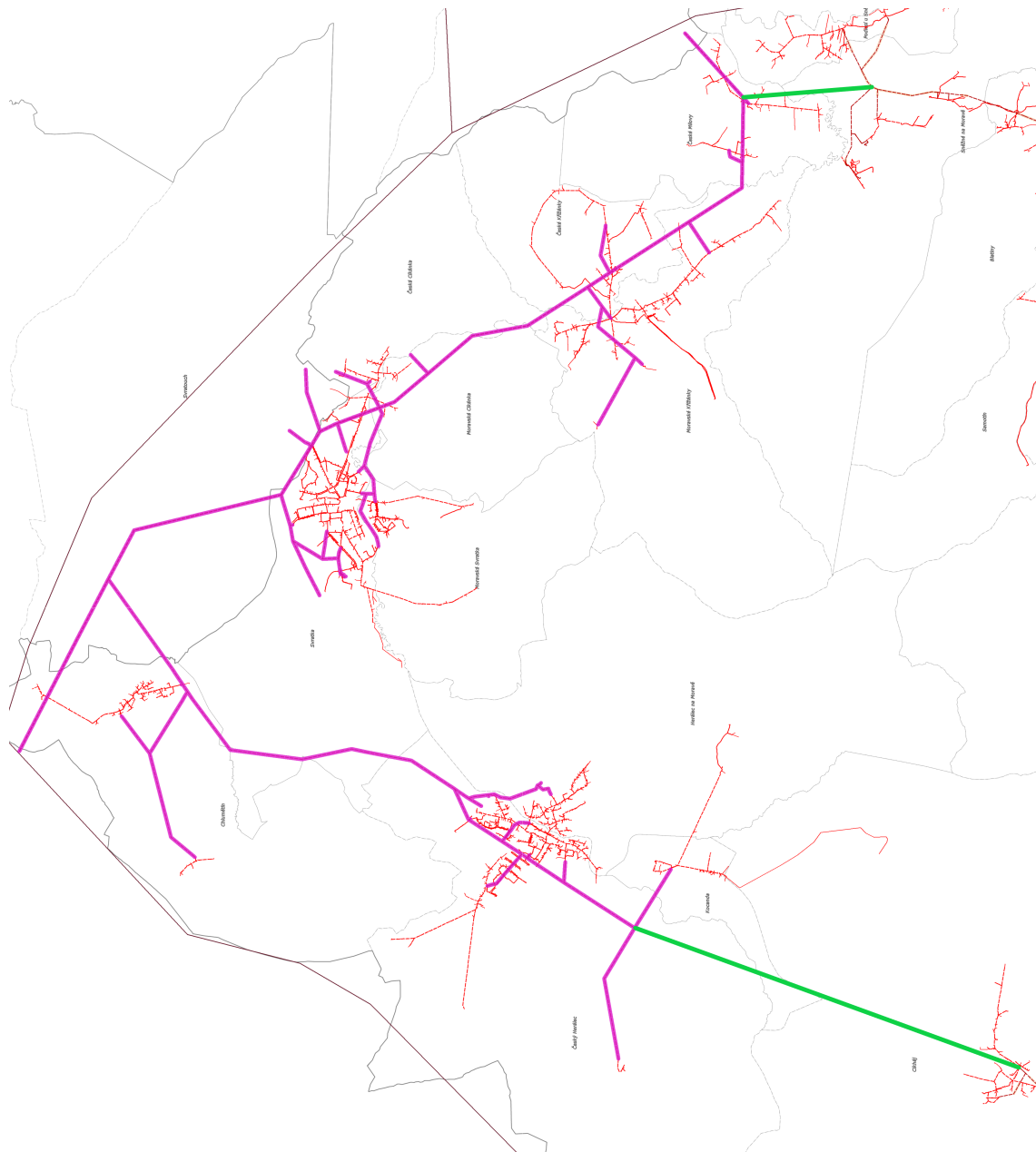
Zoznam príloh

A	Návrh prepojenia	53
B	Vedenie VN 99	55
C	Vedenie VN 3836	64
D	Kábel NA2XS(F)2Y a káblový zvod	80
E	Vedenie VN 144	83
F	Obsah priloženého CD	114

A Návrh prepojenia

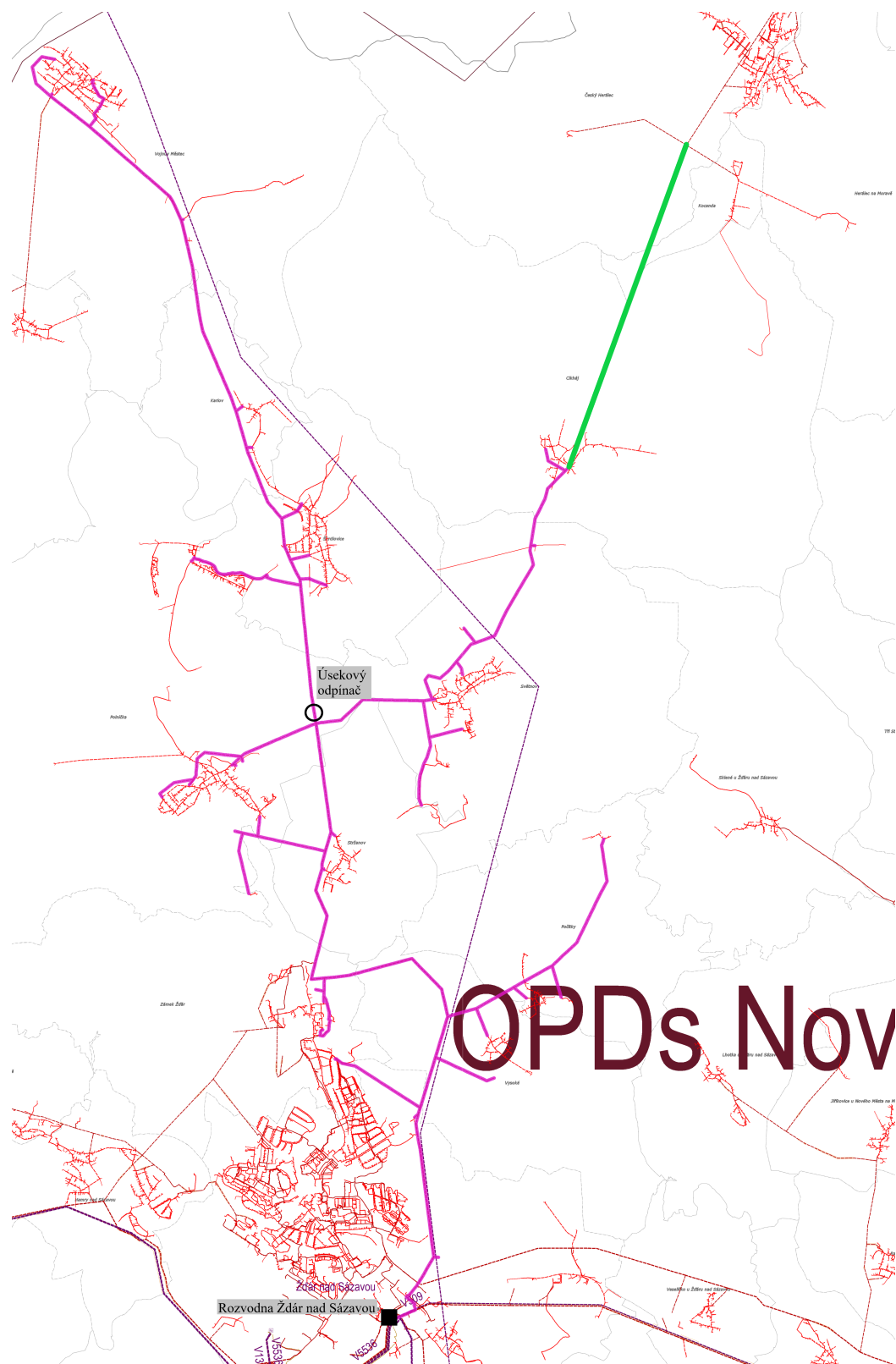


Obr. A.1: Návrh prepojenia v dispečerskom rozhraní

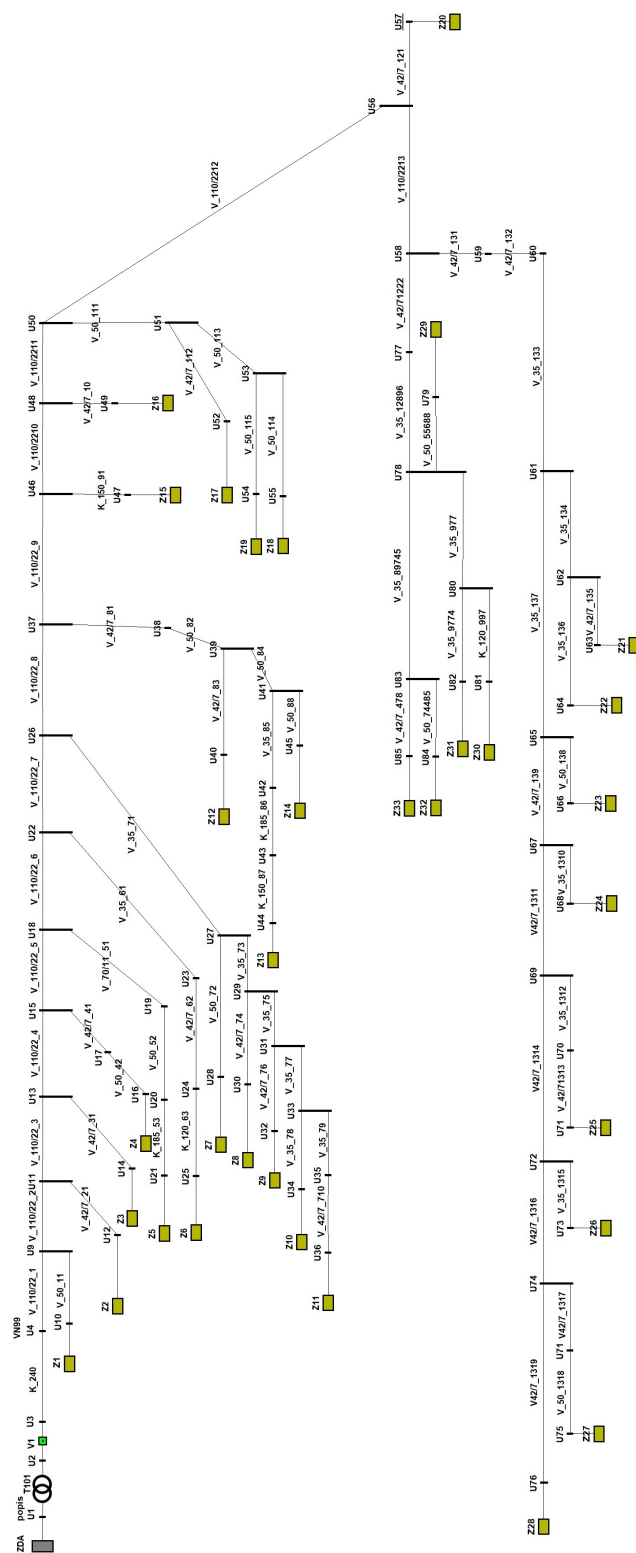


Obr. A.2: Návrh prepojenia v Geoportále [33]

B Vedenie VN 99



Obr. B.1: Vedenie VN 99 v Geoportále [33]



Obr. B.2: Model vedenia VN 99 v programe E-vlivy

Tab. B.1: Parametre úseků VN 99

Názov	Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu S/km$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
K_240	240AXEKCY	0,128	0,198	94	506	0,85
K_185_86	185ANKTOYPV	0,194	0,91	70	306	0,501
K_150_87	150NA2XS(F)2Y	0,206	0,94	70	432	0,102
K_150_91	150NA2XS(F)2Y	0,206	0,94	70	432	0,462
K_120_141	120AXEKCY	0,253	0,469	75	307	0,05
K_120_63	120AXEKCY	0,253	0,469	75	307	0,095
K_185_53	185/25AXEKCY	0,164	0,727	83	494	0,02
V_110/22_1	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,19831
V_50_11	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,3075
V_110/22_2	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,158
V_42/7_21	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,217
V_110/22_3	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,481
V_42/7_31	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,0005
V_110/22_4	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,239395
V_42/7_41	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,027
V_50_42	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,031
V_110/22_5	70/11-1AlFe6	0,431	0,383	1,431	225	0,08
V_70/11_51	70/11-1AlFe6	0,431	0,383	1,431	225	0,038
V_50_52	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	1,121
V_110/22_6	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,628
V_35_61	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,615
V_42/7_62	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,0531
V_110/22_7	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,505
V_35_71	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,352
V_50_72	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,349
V_35_73	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,508
V_42/7_74	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,199
V_35_75	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,15
V_42/7_76	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,004
V_35_77	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,38
V_35_78	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,392
V_35_79	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	1,689
V_42/7_710	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,035

Tab. B.2: Parametre úsekov VN 99

Názov	Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu S/km$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
V_110/22_8	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,909
V_42/7_81	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,02
V_50_82	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,136
V_42/7_83	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,101
V_50_84	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,056
V_35_85	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,053
V_50_88	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,068
V_110/22_9	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,324
V_110/2210	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,213
V_42/7_10	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,028
V_110/2211	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,21
V_50_111	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,824
V_42/7_112	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,233
V_50_113	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,181
V_50_115	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,097
V_50_114	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,741
V_110/2212	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,236
V_42/7_121	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,065
V_110/2213	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,307
V_42/7_131	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,061
V_42/7_132	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,595
V_35_133	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,718
V_35_134	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,438
V_42/7_135	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,405
V_35_136	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,84
V_35_137	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,112
V_50_138	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,026
V_42/7_139	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,738
V_35_1310	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,177
V42/7_1311	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,322
V_35_1312	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,19
V42/7_1313	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,033
V42/7_1314	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	1,447
V_35_1315	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,051
V42/7_1316	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	1,006
V42/7_1317	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,065

Tab. B.3: Parametre úsekov VN 99

Názov	Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu S/km$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
V_50_1318	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,314
V42/7_1319	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,081
V42/7_141	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,058
V_35_142	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,915
V_50_143	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,059
V_35_144	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,116
V_35_145	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,035
V_35_146	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,81
V_50_147	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,075
V_42/7_148	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,5

Tab. B.4: Zátáže VN 99

Názov	U_z (kV)	I_z (A)	$\cos\varphi_z$	P_z (kW)	Q_z (kVAr)	S_z (kVA)
Z1	22	1,1	0,95	40	13,15	42,11
Z2	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
Z3	22	0,28	0,95	10	3,29	10,53
Z4	22	0,88	0,95	32	10,52	33,68
Z5	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
Z6	22	5,52	0,95	200	65,74	210,53
Z7	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
Z8	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
Z9	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
Z10	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
Z11	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
Z12	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
Z13	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21

Tab. B.5: Zátaz VN 99

Názov	U_z (kV)	I_z (A)	$\cos\varphi_z$	P_z (kW)	Q_z (kVAr)	S_z (kVA)
Z14	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
Z15	22	16,57	0,95	600	197,21	631,58
Z16	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
Z17	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
Z19	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
Z18	22	0,28	0,95	10	3,29	10,53
Z20	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
Z21	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
Z22	22	0,28	0,95	10	3,29	10,53
Z23	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
Z24	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
Z25	22	0,28	0,95	10	3,29	10,53
Z26	22	0,28	0,95	10	3,29	10,53
Z27	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
Z28	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
Z29	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
Z30	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
Z31	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
Z32	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
Z33	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21

Tab. B.6: Napätie v uzloch VN 99

Uzol	U (kV)	uhol (°)	dU_n (%)	Z_k (Ω)	uhol (°)	S_k (MVA)
U1	109,92	-0,124	0,000	10,243	89,999	1181,247
U2	22,926	-0,523	0,553	1,904	88,377	254,167
U3	22,926	-0,523	0,553	1,904	88,377	254,167
U4	22,909	-0,56	0,478	2,078	85,507	232,891
U9	22,9	-0,576	0,439	2,155	84,297	224,549
U10	22,9	-0,576	0,439	2,302	79,91	210,244
U11	22,894	-0,588	0,412	2,218	83,393	218,253
U12	22,894	-0,588	0,412	2,329	80,11	207,821
U13	22,835	-0,703	0,154	2,821	76,907	171,578
U14	22,835	-0,703	0,154	2,821	76,901	171,561
U15	22,825	-0,722	0,110	2,921	76,112	165,699
U16	22,825	-0,722	0,110	2,952	75,533	163,929
U17	22,825	-0,722	0,110	2,936	75,829	164,843
U18	22,822	-0,728	0,096	2,955	75,859	163,816
U19	22,822	-0,728	0,096	2,973	75,621	162,816
U20	22,819	-0,73	0,083	3,617	66,753	133,814
U21	22,819	-0,73	0,083	3,632	66,795	133,274
U22	22,798	-0,774	-0,009	3,22	74,054	150,325
U23	22,793	-0,776	-0,031	3,603	67,77	134,32
U24	22,793	-0,776	-0,031	3,637	67,387	133,059
U25	22,79	-0,774	-0,044	3,768	63,291	128,452
U26	22,781	-0,808	-0,083	3,435	72,806	140,906
U27	22,779	-0,809	-0,092	3,653	69,342	132,486
U28	22,778	-0,809	-0,096	3,861	67,087	125,358
U29	22,776	-0,81	-0,105	3,989	65,03	121,334
U30	22,776	-0,81	-0,105	4,122	63,849	117,422
U31	22,776	-0,81	-0,105	4,09	63,916	118,338
U32	22,776	-0,81	-0,105	4,092	63,895	118,266
U33	22,775	-0,81	-0,110	4,357	61,288	111,096
U34	22,775	-0,81	-0,110	4,641	58,893	104,291
U35	22,774	-0,811	-0,114	5,627	52,741	86,007

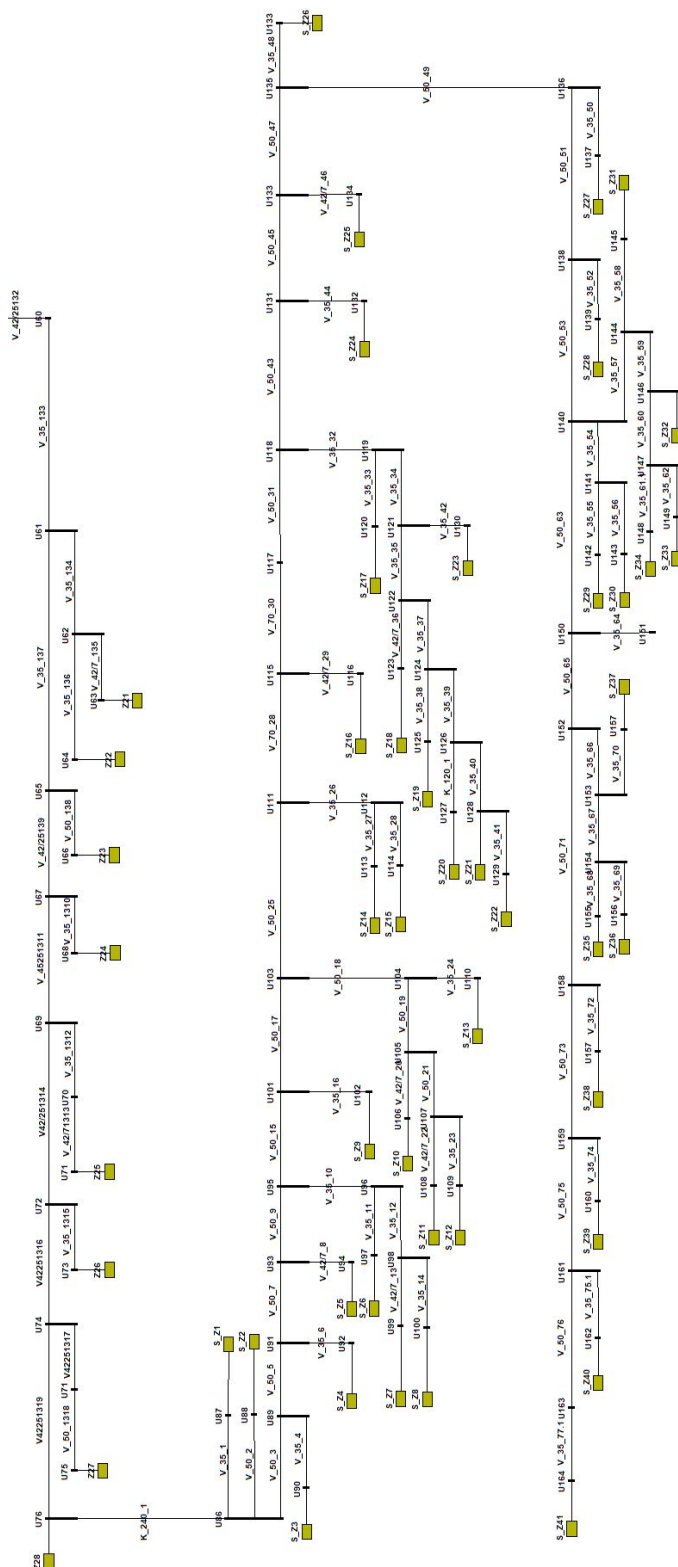
Tab. B.7: Napätie v uzloch VN 99

Uzol	U (kV)	uhol (°)	dU_n (%)	Z_k (Ω)	uhol (°)	S_k (MVA)
U36	22,774	-0,811	-0,114	5,653	52,643	85,614
U37	22,721	-0,926	-0,346	4,26	69,235	113,609
U38	22,721	-0,926	-0,346	4,273	69,108	113,273
U39	22,72	-0,927	-0,351	4,353	68,332	111,178
U40	22,719	-0,927	-0,355	4,418	67,724	109,551
U41	22,719	-0,927	-0,355	4,387	68,021	110,332
U42	22,719	-0,928	-0,355	4,421	67,625	109,466
U43	22,332	-1,189	-2,053	110,764	26,569	4,37
U44	22,244	-1,219	-2,439	133,856	26,209	3,616
U45	22,719	-0,927	-0,355	4,427	67,649	109,317
U46	22,712	-0,944	-0,386	4,402	68,763	109,961
U47	22,709	-0,946	-0,399	4,489	67,892	107,812
U48	22,69	-0,985	-0,482	4,933	67,236	98,119
U49	22,69	-0,985	-0,482	4,951	67,09	97,76
U50	22,687	-0,992	-0,496	5,025	67,005	96,317
U51	22,681	-0,995	-0,522	5,534	63,492	87,464
U52	22,681	-0,996	-0,522	5,692	62,533	85,037
U53	22,68	-0,996	-0,526	5,648	62,806	85,695
U54	22,68	-0,996	-0,526	5,709	62,449	84,772
U55	22,68	-0,996	-0,526	6,123	60,266	79,045
U56	22,683	-0,998	-0,513	5,129	66,755	94,368
U57	22,683	-0,998	-0,513	5,171	66,433	93,595
U58	22,668	-1,029	-0,579	5,705	65,534	84,834
U59	22,667	-1,029	-0,583	5,746	65,271	84,239
U60	22,66	-1,034	-0,614	6,144	62,886	78,77
U61	22,651	-1,038	-0,654	6,658	59,702	72,691
U62	22,65	-1,038	-0,658	6,981	57,993	69,334
U63	22,649	-1,039	-0,662	7,27	56,9	66,577
U64	22,649	-1,038	-0,662	7,614	55,127	63,567
U65	22,65	-1,038	-0,658	6,74	59,249	71,808
U66	22,649	-1,038	-0,662	6,757	59,177	71,627
U67	22,644	-1,042	-0,684	7,264	57,164	66,633
U68	22,644	-1,042	-0,684	7,397	56,558	65,434
U69	22,642	-1,043	-0,693	7,495	56,347	64,578
U70	22,642	-1,043	-0,693	7,639	55,731	63,361

Tab. B.8: Napätie v uzloch VN 99

Uzol	U (kV)	uhol (°)	dU_n (%)	Z_k (Ω)	uhol (°)	S_k (MVA)
U71	22,642	-1,043	-0,693	7,663	55,654	63,163
U72	22,635	-1,048	-0,724	8,549	53,223	56,612
U73	22,635	-1,048	-0,724	8,589	53,09	56,35
U74	22,63	-1,051	-0,746	9,295	51,472	52,072
U71	22,63	-1,051	-0,746	9,343	51,369	51,802
U75	22,629	-1,052	-0,750	9,561	50,93	50,622
U76	22,629	-1,051	-0,750	9,355	51,344	51,736
U77	22,667	-1,029	-0,583	5,744	65,284	84,268
U78	22,652	-1,035	-0,649	6,384	60,813	75,809
U79	22,652	-1,035	-0,649	6,423	60,632	75,359
U80	22,651	-1,035	-0,654	6,468	60,31	74,828
U81	22,651	-1,036	-0,654	6,495	60,316	74,521
U82	22,651	-1,035	-0,654	6,494	60,161	74,535
U83	22,647	-1,037	-0,671	6,979	57,558	69,355
U84	22,646	-1,037	-0,675	7,028	57,37	68,864
U85	22,645	-1,038	-0,680	7,337	56,241	65,967

C Vedenie VN 3836



Obr. C.1: Model oblasti Svratecko v programe E-vlivy

Tab. C.1: Parametre úsekov VN 3836

Názov	Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu S/km$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
K_120_1	120AXEKCY	0,253	0,469	75	307	0,111
V_35_1	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,686
V_50_2	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	1,376
V_50_3	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,835
V_35_4	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,177
V_50_5	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,425
V_35_6	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,04
V_50_7	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,075
V_42/7_8	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,476
V_50_9	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,235
V_35_10	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,135
V_35_11	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,015
V_35_12	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,178
V_42/7_13	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,003
V_35_14	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,04
V_50_15	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,387
V_35_16	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,016
V_50_17	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,343
V_50_18	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,169
V_50_19	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,197
V_42/7_20	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,013
V_50_21	50AlFe6	0,615	0,396	1,407	177	0,538
V_42/7_22	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,185
V_35_23	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,044
V_35_24	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,149
V_50_25	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	3,04
V_35_26	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,714
V_35_27	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	1,17
V_35_28	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,46
V_50_28	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,089
V_42/7_29	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,009
V_70_30	70AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	1,28
V_50_31	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	2,04

Tab. C.2: Parametre úsekov VN 3836

Názov	Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu S/km$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
V_35_35	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,343
V_35_32	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,318
V_35_33	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,023
V_35_34	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,157
V_42/7_36	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,278
V_35_37	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,153
V_35_38	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,105
V_35_39	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,116
V_35_40	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,035
V_35_41	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,011
V_35_42	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,6
V_50_43	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,56
V_35_44	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,266
V_50_45	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,012
V_42/7_46	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,005
V_50_47	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,165
V_35_48	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,636
V_50_49	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,19
V_35_50	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,294
V_50_51	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,174
V_35_52	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,003
V_50_53	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,27
V_35_54	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,268
V_35_55	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,037
V_35_56	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,334
V_35_57	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,611
V_35_58	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,084
V_35_59	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,302
V_35_60	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,081
V_35_61.1	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,047
V_35_62	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,579
V_50_63	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,596

Tab. C.3: Parametre úsekov VN 3836

Názov	Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu S/km$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
V_35_64	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,254
V_50_65	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	1,837
V_35_66	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,243
V_35_67	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,679
V_35_68	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,76
V_35_35	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,343
V_35_69	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,097
V_35_70	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,143
V_50_71	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,261
V_35_72	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,499
V_50_73	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,93
V_35_74	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,363
V_50_75	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,88
V_35_75.1	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,193
V_50_76	50AlFe6	0,259	0,368	1,46	318	0,642
V_35_77.1	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,08

Tab. C.4: Zátazē VN 3836

Názov	U_z (kV)	I_z (A)	$\cos\varphi_z$	P_z (kW)	Q_z (kVAr)	S_z (kVA)
S_Z1	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z2	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z3	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z4	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
S_Z5	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z6	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
S_Z7	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z8	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
S_Z9	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z10	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z11	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z12	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z13	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z14	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z15	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z16	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z17	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z18	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z19	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z20	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
S_Z21	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z22	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z23	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z24	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
S_Z25	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z26	22	0,28	0,95	10	3,29	10,53
S_Z27	22	6,91	0,95	250	82,17	263,16
S_Z28	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z29	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z30	22	0,88	0,95	32	10,52	33,68

Tab. C.5: Zátaz VN 3836

Názov	U_z (kV)	I_z (A)	$\cos\varphi_z$	P_z (kW)	Q_z (kVAr)	S_z (kVA)
S_Z31	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z32	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z33	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z34	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z35	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z36	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z37	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z38	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
S_Z39	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z40	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
S_Z41	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63

Tab. C.6: Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U1	109,866	-0,273	0,000	10,25	89,994	1180,484
U2	22,874	-1,156	0,325	1,909	88,352	253,474
U3	22,874	-1,156	0,325	1,909	88,352	253,474
U4	22,838	-1,244	0,167	2,084	85,471	232,205
U9	22,822	-1,282	0,096	2,162	84,255	223,866
U10	22,821	-1,282	0,092	2,309	79,884	209,636
U11	22,808	-1,312	0,035	2,225	83,348	217,574
U12	22,808	-1,312	0,035	2,336	80,079	207,207
U13	22,686	-1,592	-0,500	2,832	76,824	170,923
U14	22,686	-1,592	-0,500	2,832	76,818	170,906
U15	22,667	-1,637	-0,583	2,932	76,024	165,047
U16	22,667	-1,637	-0,583	2,965	75,439	163,263
U17	22,667	-1,637	-0,583	2,948	75,737	164,184
U18	22,657	-1,651	-0,627	2,971	75,514	162,912
U19	22,657	-1,651	-0,627	2,989	75,280	161,918
U20	22,654	-1,654	-0,640	3,636	66,515	133,114
U21	22,654	-1,654	-0,640	3,651	66,559	132,581
U22	22,606	-1,769	-0,851	3,239	73,716	149,442
U23	22,601	-1,771	-0,873	3,624	67,505	133,549
U24	22,601	-1,771	-0,873	3,658	67,126	132,298
U25	22,601	-1,772	-0,873	3,709	67,051	130,503
U26	22,568	-1,860	-1,018	3,456	72,471	140,042
U27	22,566	-1,861	-1,026	3,676	69,042	131,667
U28	22,565	-1,861	-1,031	3,885	66,814	124,593
U29	22,563	-1,862	-1,039	4,013	64,779	120,602
U30	22,563	-1,862	-1,039	4,146	63,613	116,727
U31	22,563	-1,862	-1,039	4,117	63,656	117,573
U32	22,563	-1,862	-1,039	4,119	63,634	117,496
U33	22,562	-1,862	-1,044	4,385	61,052	110,377
U34	22,562	-1,862	-1,044	4,670	58,684	103,636
U35	22,561	-1,863	-1,048	5,658	52,602	85,540

Tab. C.7: Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U36	22,561	-1,863	-1,048	5,684	52,506	85,150
U37	22,428	-2,197	-1,632	4,290	68,899	112,824
U38	22,428	-2,197	-1,632	4,303	68,773	112,492
U39	22,427	-2,198	-1,636	4,383	68,009	110,417
U40	22,426	-2,198	-1,640	4,448	67,409	108,806
U41	22,426	-2,198	-1,640	4,417	67,702	109,579
U42	22,426	-2,198	-1,640	4,452	67,311	108,721
U43	22,426	-2,203	-1,640	4,911	68,319	98,549
U44	22,425	-2,203	-1,645	5,008	68,501	96,644
U45	22,426	-2,198	-1,640	4,458	67,336	108,574
U46	22,405	-2,252	-1,732	4,433	68,424	109,188
U47	22,399	-2,281	-1,759	4,872	69,260	99,346
U48	22,333	-2,434	-2,048	4,970	66,887	97,382
U49	22,333	-2,434	-2,048	4,988	66,743	97,026
U50	22,321	-2,466	-2,101	5,064	66,653	95,585
U51	22,316	-2,469	-2,123	5,574	63,197	86,832
U52	22,315	-2,470	-2,127	5,732	62,252	84,432
U53	22,315	-2,470	-2,127	5,689	62,521	85,083
U54	22,314	-2,470	-2,132	5,750	62,171	84,171
U55	22,314	-2,470	-2,132	6,165	60,021	78,509
U56	22,308	-2,500	-2,158	5,169	66,400	93,642
U57	22,308	-2,500	-2,158	5,211	66,084	92,878
U58	22,238	-2,684	-2,465	5,753	65,162	84,136
U59	22,231	-2,691	-2,496	5,793	64,896	83,544
U60	22,166	-2,767	-2,781	6,197	62,486	78,098
U61	22,075	-2,846	-3,180	6,718	59,266	72,049
U62	22,074	-2,846	-3,184	7,041	57,592	68,736
U63	22,073	-2,846	-3,189	7,331	56,524	66,017
U64	22,074	-2,846	-3,184	7,677	54,782	63,044
U65	22,062	-2,858	-3,237	6,800	58,808	71,171
U66	22,061	-2,858	-3,241	6,818	58,737	70,993
U67	21,984	-2,951	-3,579	7,331	56,689	66,021
U68	21,983	-2,951	-3,583	7,465	56,096	64,839
U69	21,950	-2,991	-3,728	7,565	55,856	63,976
U70	21,950	-2,991	-3,728	7,710	55,255	62,776

Tab. C.8: Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U71	21,950	-2,991	-3,728	7,734	55,180	62,581
U72	21,801	-3,174	-4,382	8,635	52,660	56,050
U73	21,801	-3,174	-4,382	8,675	52,531	55,792
U74	21,697	-3,302	-4,838	9,392	50,858	51,533
U71	21,697	-3,302	-4,838	9,441	50,759	51,268
U75	21,697	-3,302	-4,838	9,659	50,338	50,107
U76	21,689	-3,312	-4,873	9,453	50,725	51,199
U77	22,237	-2,684	-2,469	5,791	64,916	83,577
U78	22,222	-2,690	-2,535	6,435	60,516	75,218
U79	22,222	-2,690	-2,535	6,473	60,338	74,774
U80	22,221	-2,690	-2,539	6,519	60,021	74,248
U81	22,221	-2,691	-2,539	6,545	60,027	73,947
U82	22,221	-2,690	-2,539	6,544	59,874	73,960
U83	22,217	-2,692	-2,557	7,031	57,309	68,843
U84	22,217	-2,692	-2,557	7,080	57,125	68,357
U85	22,216	-2,693	-2,561	7,390	56,014	65,497
U86	21,611	-3,459	-5,215	10,150	50,168	47,686
U87	22,426	-18,45	-1,640	648,655	16,277	0,746
U88	21,609	-3,461	-5,224	11,114	48,616	43,548
U89	21,531	-3,516	-5,566	10,735	49,189	45,088
U90	21,531	-3,516	-5,566	10,900	48,829	44,406
U91	21,491	-3,545	-5,741	11,033	48,730	43,867
U92	21,491	-3,545	-5,741	11,066	48,662	43,739
U93	21,484	-3,549	-5,772	11,086	48,652	43,658
U94	21,483	-3,550	-5,776	11,447	48,121	42,282
U95	21,464	-3,564	-5,860	11,252	48,411	43,015
U96	21,462	-3,565	-5,868	11,361	48,191	42,602
U97	21,462	-3,565	-5,868	11,373	48,167	42,557
U98	21,460	-3,565	-5,877	11,505	47,907	42,068
U99	21,460	-3,565	-5,877	11,507	47,904	42,060
U100	21,460	-3,565	-5,877	11,537	47,844	41,950
U101	21,434	-3,585	-5,991	11,525	48,030	41,996
U102	21,434	-3,585	-5,991	11,538	48,004	41,949
U103	21,408	-3,604	-6,105	11,767	47,706	41,131
U104	21,407	-3,605	-6,110	11,887	47,553	40,718
U105	21,405	-3,606	-6,118	12,026	47,377	40,246

Tab. C.9: Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U106	21,405	-3,606	-6,118	12,036	47,365	40,213
U107	21,402	-3,608	-6,132	12,407	46,919	39,009
U108	21,402	-3,609	-6,132	12,548	46,750	38,570
U109	21,402	-3,608	-6,132	12,443	46,858	38,897
U110	21,407	-3,605	-6,110	12,008	47,331	40,307
U111	21,210	-3,748	-6,974	13,929	45,335	34,747
U112	21,207	-3,750	-6,987	14,519	44,548	33,336
U113	21,204	-3,751	-7,000	15,491	43,387	31,245
U114	21,206	-3,750	-6,991	14,900	44,073	32,483
U115	21,205	-3,753	-6,996	13,980	45,316	34,622
U116	21,205	-3,753	-6,996	13,986	45,309	34,605
U117	21,149	-3,816	-7,241	14,703	45,052	32,919
U118	21,027	-3,905	-7,776	16,165	43,920	29,941
U119	21,020	-3,908	-7,807	16,429	43,633	29,460
U120	21,020	-3,908	-7,807	16,448	43,612	29,425
U121	21,017	-3,910	-7,820	16,560	43,494	29,227
U122	21,011	-3,912	-7,846	16,846	43,199	28,731
U123	21,011	-3,913	-7,846	17,061	43,059	28,369
U124	21,009	-3,913	-7,855	16,973	43,070	28,515
U125	21,009	-3,913	-7,855	17,061	42,983	28,369
U126	21,008	-3,913	-7,860	17,070	42,974	28,353
U127	21,008	-3,914	-7,860	17,126	43,037	28,261
U128	21,008	-3,914	-7,860	17,099	42,945	28,305
U129	21,008	-3,914	-7,860	17,109	42,936	28,290
U130	21,015	-3,910	-7,829	17,060	42,984	28,370
U131	21,004	-3,922	-7,877	16,567	43,645	29,215
U132	21,004	-3,922	-7,877	16,789	43,413	28,829
U133	21,004	-3,923	-7,877	16,576	43,639	29,199
U134	21,004	-3,923	-7,877	16,580	43,637	29,192
U135	20,997	-3,927	-7,908	16,694	43,561	28,992
U133	20,997	-3,927	-7,908	17,224	43,024	28,10
U136	20,990	-3,933	-7,939	16,831	43,472	28,757
U137	20,987	-3,934	-7,952	17,076	43,223	28,344
U138	20,985	-3,936	-7,961	16,956	43,392	28,544
U139	20,985	-3,936	-7,961	16,959	43,389	28,540

Tab. C.10: Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U140	20,978	-3,942	-7,991	17,15	43,269	28,221
U141	20,977	-3,942	-7,996	17,374	43,049	27,858
U142	20,976	-3,942	-8,000	17,405	43,019	27,809
U143	20,976	-3,942	-8,000	17,653	42,782	27,418
U144	20,972	-3,944	-8,018	17,660	42,775	27,406
U145	20,971	-3,944	-8,022	17,730	42,709	27,298
U146	20,969	-3,945	-8,031	17,913	42,540	27,020
U147	20,969	-3,946	-8,031	17,981	42,479	26,918
U148	20,968	-3,946	-8,035	18,020	42,443	26,859
U149	20,967	-3,946	-8,039	18,466	42,051	26,211
U150	20,969	-3,949	-8,031	17,579	43,010	27,533
U151	20,969	-3,949	-8,031	17,791	42,809	27,204
U152	20,941	-3,970	-8,154	18,903	42,283	25,604
U153	20,939	-3,970	-8,162	19,107	42,112	25,331
U154	20,936	-3,972	-8,175	19,677	41,652	24,597
U155	20,934	-3,972	-8,184	20,316	41,167	23,823
U156	20,936	-3,972	-8,175	19,758	41,588	24,496
U157	20,939	-3,971	-8,162	19,227	42,013	25,173
U158	20,939	-3,971	-8,162	19,092	42,189	25,351
U157	20,938	-3,972	-8,167	19,510	41,846	24,808
U159	20,933	-3,976	-8,189	19,763	41,865	24,490
U160	20,932	-3,976	-8,193	20,068	41,628	24,118
U161	20,929	-3,979	-8,206	20,399	41,579	23,727
U162	20,929	-3,979	-8,206	20,561	41,458	23,540
U163	20,928	-3,979	-8,211	20,863	41,382	23,199
U164	20,928	-3,979	-8,211	20,930	41,333	23,124

Tab. C.11: Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U1	109,861	-0,277	0,000	10,250	89,994	1180,501
U2	22,870	-1,171	0,307	1,909	88,352	253,489
U3	22,870	-1,171	0,307	1,909	88,352	253,489
U4	22,834	-1,260	0,149	2,084	85,472	232,220
U9	22,817	-1,298	0,075	2,162	84,256	223,881
U10	22,816	-1,298	0,070	2,309	79,885	209,649
U11	22,803	-1,328	0,013	2,224	83,349	217,589
U12	22,803	-1,328	0,013	2,336	80,080	207,220
U13	22,679	-1,610	-0,531	2,831	76,826	170,937
U14	22,679	-1,610	-0,531	2,832	76,820	170,920
U15	22,659	-1,656	-0,618	2,932	76,026	165,061
U16	22,659	-1,656	-0,618	2,964	75,441	163,277
U17	22,659	-1,656	-0,618	2,948	75,739	164,198
U18	22,649	-1,670	-0,662	2,971	75,516	162,926
U19	22,649	-1,670	-0,662	2,989	75,282	161,932
U20	22,646	-1,672	-0,675	3,636	66,516	133,124
U21	22,646	-1,672	-0,675	3,650	66,560	132,591
U22	22,598	-1,788	-0,886	3,238	73,719	149,456
U23	22,593	-1,790	-0,908	3,624	67,507	133,561
U24	22,592	-1,791	-0,912	3,658	67,128	132,309
U25	22,592	-1,792	-0,912	3,708	67,053	130,514
U26	22,558	-1,880	-1,061	3,456	72,474	140,055
U27	22,556	-1,881	-1,070	3,676	69,045	131,680
U28	22,555	-1,882	-1,075	3,884	66,816	124,604
U29	22,554	-1,882	-1,079	4,013	64,781	120,612
U30	22,553	-1,883	-1,083	4,146	63,615	116,737
U31	22,553	-1,883	-1,083	4,116	63,658	117,583
U32	22,553	-1,883	-1,083	4,119	63,635	117,506
U33	22,553	-1,883	-1,083	4,385	61,053	110,386
U34	22,552	-1,883	-1,088	4,670	58,685	103,644
U35	22,551	-1,883	-1,092	5,658	52,603	85,546

Tab. C.12: Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U36	22,551	-1,883	-1,092	5,684	52,506	85,156
U37	22,415	-2,221	-1,689	4,289	68,903	112,838
U38	22,415	-2,221	-1,689	4,302	68,777	112,505
U39	22,414	-2,222	-1,693	4,383	68,012	110,430
U40	22,414	-2,222	-1,693	4,448	67,413	108,818
U41	22,414	-2,222	-1,693	4,416	67,705	109,591
U42	22,414	-2,222	-1,693	4,451	67,315	108,733
U43	22,413	-2,227	-1,697	4,911	68,322	98,559
U44	22,413	-2,227	-1,697	5,008	68,504	96,654
U45	22,414	-2,222	-1,693	4,457	67,339	108,587
U46	22,392	-2,277	-1,789	4,432	68,428	109,201
U47	22,386	-2,305	-1,816	4,871	69,264	99,357
U48	22,318	-2,461	-2,114	4,969	66,891	97,395
U49	22,318	-2,461	-2,114	4,988	66,747	97,039
U50	22,306	-2,493	-2,167	5,063	66,658	95,598
U51	22,301	-2,497	-2,189	5,573	63,201	86,843
U52	22,300	-2,497	-2,193	5,732	62,256	84,443
U53	22,300	-2,497	-2,193	5,688	62,525	85,094
U54	22,299	-2,497	-2,197	5,750	62,174	84,181
U55	22,299	-2,497	-2,197	6,164	60,024	78,518
U56	22,292	-2,527	-2,228	5,168	66,405	93,655
U57	22,292	-2,527	-2,228	5,210	66,088	92,891
U58	22,220	-2,714	-2,544	5,752	65,168	84,149
U59	22,217	-2,722	-2,557	5,779	65,116	83,751
U60	22,188	-2,800	-2,684	6,046	64,634	80,056
U61	22,154	-2,894	-2,833	6,368	64,105	76,001
U62	22,153	-2,894	-2,838	6,675	62,113	72,512
U63	22,152	-2,895	-2,842	6,954	60,802	69,604
U64	22,152	-2,894	-2,842	7,282	58,770	66,465
U65	22,148	-2,908	-2,860	6,419	64,027	75,404
U66	22,148	-2,908	-2,860	6,435	63,939	75,213
U67	22,114	-3,002	-3,009	6,751	63,541	71,692
U68	22,114	-3,002	-3,009	6,875	62,770	70,402
U69	22,100	-3,043	-3,070	6,896	63,343	70,182
U70	22,099	-3,043	-3,075	7,029	62,537	68,853

Tab. C.13: Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U71	22,099	-3,043	-3,075	7,052	62,431	68,633
U72	22,034	-3,226	-3,360	7,550	62,544	64,104
U73	22,034	-3,226	-3,360	7,586	62,347	63,800
U74	21,989	-3,353	-3,557	8,006	62,061	60,454
U71	21,989	-3,353	-3,557	8,051	61,880	60,119
U75	21,988	-3,354	-3,561	8,252	61,104	58,652
U76	21,985	-3,363	-3,575	8,043	62,025	60,178
U77	22,219	-2,714	-2,548	5,790	64,922	83,590
U78	22,205	-2,720	-2,610	6,434	60,520	75,228
U79	22,205	-2,720	-2,610	6,472	60,342	74,784
U80	22,204	-2,721	-2,614	6,518	60,025	74,259
U81	22,204	-2,721	-2,614	6,544	60,032	73,957
U82	22,204	-2,721	-2,614	6,543	59,878	73,970
U83	22,200	-2,722	-2,632	7,030	57,313	68,852
U84	22,200	-2,722	-2,632	7,080	57,128	68,366
U85	22,198	-2,723	-2,640	7,389	56,018	65,505
U86	21,905	-3,510	-3,925	8,710	60,517	55,567
U87	22,731	-18,501	-0,303	646,592	16,436	0,749
U88	21,903	-3,512	-3,934	9,612	57,723	50,353
U89	21,863	-3,592	-4,110	9,084	60,281	53,280
U90	21,863	-3,592	-4,110	9,233	59,667	52,420
U91	21,842	-3,633	-4,202	9,275	60,168	52,186
U92	21,842	-3,633	-4,202	9,304	60,050	52,023
U93	21,838	-3,640	-4,219	9,308	60,149	51,998
U94	21,837	-3,641	-4,224	9,642	59,105	50,199
U95	21,828	-3,661	-4,263	9,413	60,089	51,416
U96	21,826	-3,662	-4,272	9,512	59,698	50,885
U97	21,826	-3,662	-4,272	9,523	59,656	50,827
U98	21,824	-3,662	-4,281	9,642	59,196	50,199
U99	21,824	-3,662	-4,281	9,644	59,190	50,188
U100	21,824	-3,662	-4,281	9,671	59,085	50,046
U101	21,812	-3,692	-4,333	9,587	59,993	50,486
U102	21,812	-3,692	-4,333	9,598	59,947	50,425
U103	21,799	-3,718	-4,390	9,741	59,911	49,689
U104	21,797	-3,719	-4,399	9,851	59,583	49,134
U105	21,795	-3,720	-4,408	9,980	59,210	48,499

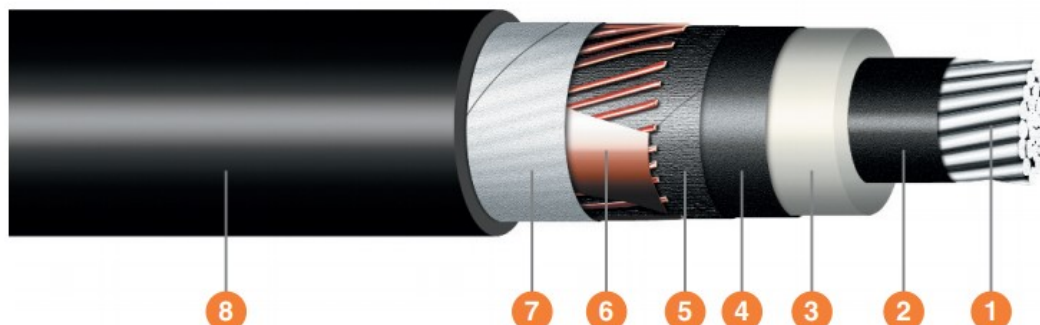
Tab. C.14: Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U106	21,795	-3,720	-4,408	9,989	59,183	48,455
U107	21,793	-3,722	-4,417	10,333	58,238	46,839
U108	21,792	-3,723	-4,421	10,465	57,888	46,251
U109	21,792	-3,722	-4,421	10,366	58,127	46,691
U110	21,797	-3,719	-4,399	9,960	59,177	48,596
U111	21,694	-3,924	-4,851	11,104	59,283	43,589
U112	21,691	-3,925	-4,864	11,631	57,630	41,611
U113	21,689	-3,926	-4,873	12,515	55,226	38,674
U114	21,690	-3,925	-4,868	11,976	56,643	40,414
U115	21,691	-3,929	-4,864	11,144	59,267	43,433
U116	21,691	-3,929	-4,864	11,150	59,250	43,408
U117	21,651	-4,009	-5,039	11,718	59,048	41,304
U118	21,588	-4,136	-5,316	12,633	58,740	38,311
U119	21,580	-4,139	-5,351	12,869	58,084	37,611
U120	21,580	-4,139	-5,351	12,886	58,038	37,561
U121	21,577	-4,140	-5,364	12,985	57,769	37,273
U122	21,571	-4,143	-5,390	13,242	57,101	36,551
U123	21,571	-4,143	-5,390	13,441	56,708	36,009
U124	21,569	-4,143	-5,399	13,357	56,811	36,237
U125	21,569	-4,144	-5,399	13,436	56,615	36,024
U126	21,568	-4,144	-5,404	13,444	56,594	36,002
U127	21,568	-4,145	-5,404	13,503	56,616	35,845
U128	21,568	-4,144	-5,404	13,470	56,529	35,931
U129	21,568	-4,144	-5,404	13,479	56,509	35,909
U130	21,575	-4,141	-5,373	13,435	56,617	36,026
U131	21,576	-4,160	-5,368	12,885	58,663	37,564
U132	21,575	-4,160	-5,373	13,082	58,125	36,999
U133	21,575	-4,160	-5,373	12,890	58,662	37,548
U134	21,575	-4,160	-5,373	12,894	58,654	37,538
U135	21,572	-4,167	-5,386	12,964	58,640	37,333
U165	21,572	-4,167	-5,386	13,437	57,388	36,021
U136	21,568	-4,174	-5,404	13,050	58,615	37,089
U137	21,565	-4,176	-5,417	13,267	58,029	36,481
U138	21,566	-4,180	-5,412	13,128	58,592	36,869
U139	21,566	-4,180	-5,412	13,130	58,586	36,863

Tab. C.15: Napätie v uzloch VN 99 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U140	21,562	-4,187	-5,430	13,249	58,558	36,532
U141	21,561	-4,188	-5,434	13,447	58,032	35,993
U142	21,561	-4,188	-5,434	13,475	57,960	35,919
U143	21,560	-4,188	-5,439	13,696	57,398	35,339
U144	21,555	-4,190	-5,461	13,703	57,381	35,321
U145	21,555	-4,190	-5,461	13,766	57,225	35,160
U146	21,553	-4,191	-5,469	13,929	56,828	34,747
U147	21,552	-4,191	-5,474	13,990	56,682	34,596
U148	21,552	-4,191	-5,474	14,025	56,598	34,509
U149	21,551	-4,192	-5,478	14,428	55,679	33,545
U150	21,557	-4,197	-5,452	13,516	58,484	35,809
U151	21,557	-4,197	-5,452	13,704	57,995	35,317
U152	21,543	-4,226	-5,513	14,341	58,273	33,750
U153	21,541	-4,227	-5,522	14,521	57,835	33,330
U154	21,537	-4,228	-5,539	15,030	56,667	32,203
U155	21,536	-4,229	-5,544	15,605	55,450	31,015
U156	21,537	-4,228	-5,539	15,103	56,506	32,047
U157	21,540	-4,227	-5,526	14,628	57,582	33,088
U158	21,542	-4,228	-5,518	14,458	58,245	33,476
U157	21,541	-4,229	-5,522	14,829	57,365	32,638
U159	21,538	-4,235	-5,535	14,876	58,149	32,537
U160	21,537	-4,235	-5,539	15,146	57,523	31,956
U161	21,536	-4,239	-5,544	15,271	58,063	31,695
U162	21,536	-4,239	-5,544	15,414	57,737	31,400
U163	21,536	-4,240	-5,544	15,559	58,003	31,108
U164	21,536	-4,240	-5,544	15,618	57,870	30,989

D Kábel NA2XS(F)2Y a káblový zvod



Obr. D.1: Kábel NA2XS(F)2Y

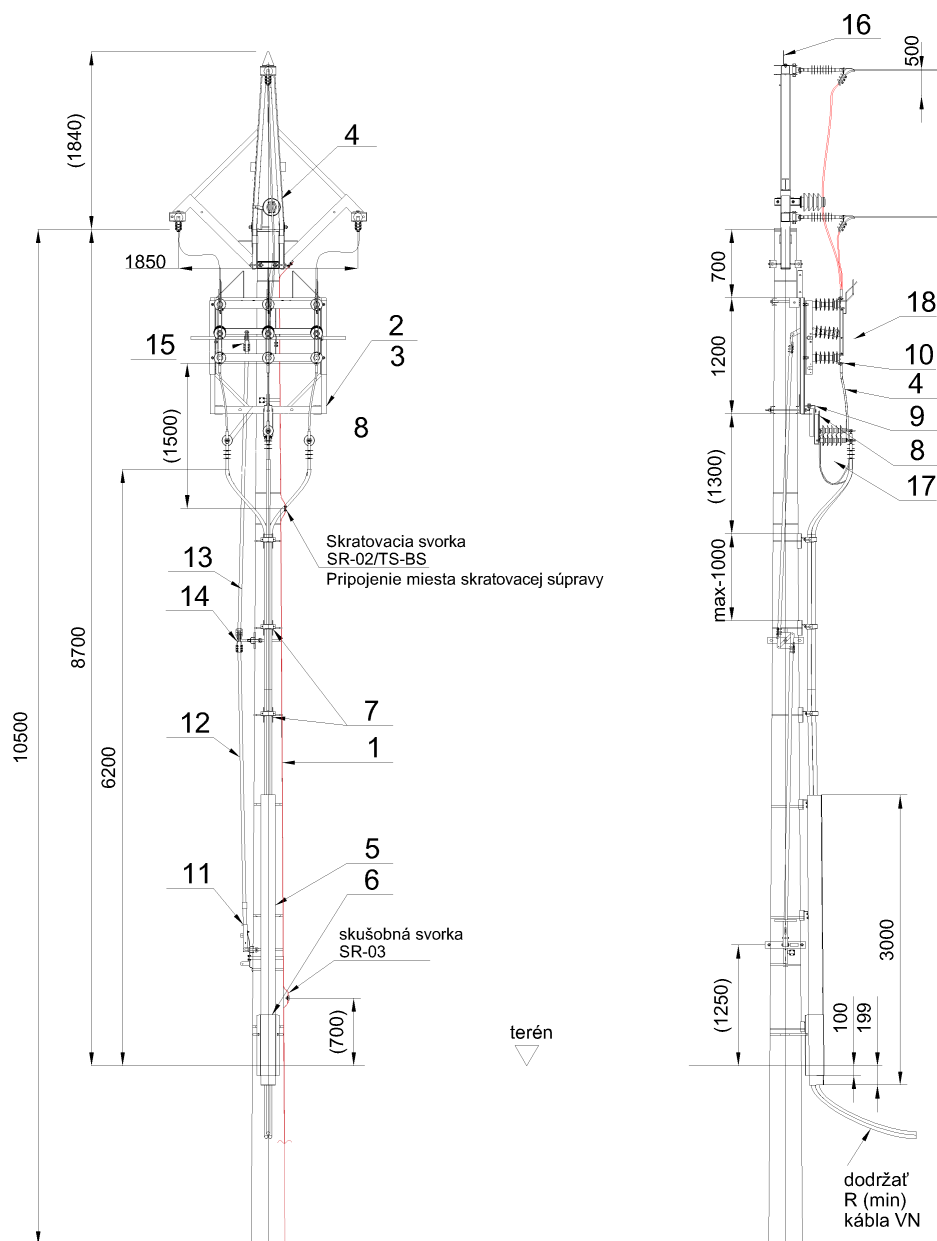
Konštrukcia [22]:

1. hliníkové jadro
2. vnútorná polovodivá vrstva
3. izolácia zo zosieťovaného polyetylénu
4. vonkajšia polovodivá vrstva
5. polovodivá páska
6. tienenie medenými drôty s protišpirálou z medenej pásky
7. páska blokujúca vodu
8. vonkajší PE plášť

Tab. D.1: Parametre káblu NA2XS(F)2Y [22]

Názov	Prierez (mm^2)	Menovité napätie (kV)	Maximálne napätie (kV)	Skúšobné napätie (kV)
NA2XS(F)2Y	240	22	24	42

Polomer ohybu (mm)	Činný odpor pri 20°C (Ω/km)	Kapacita ($\mu F/km$)	Indukčnosť v zemi (mH/km)
600	0,125	0,3	0,56



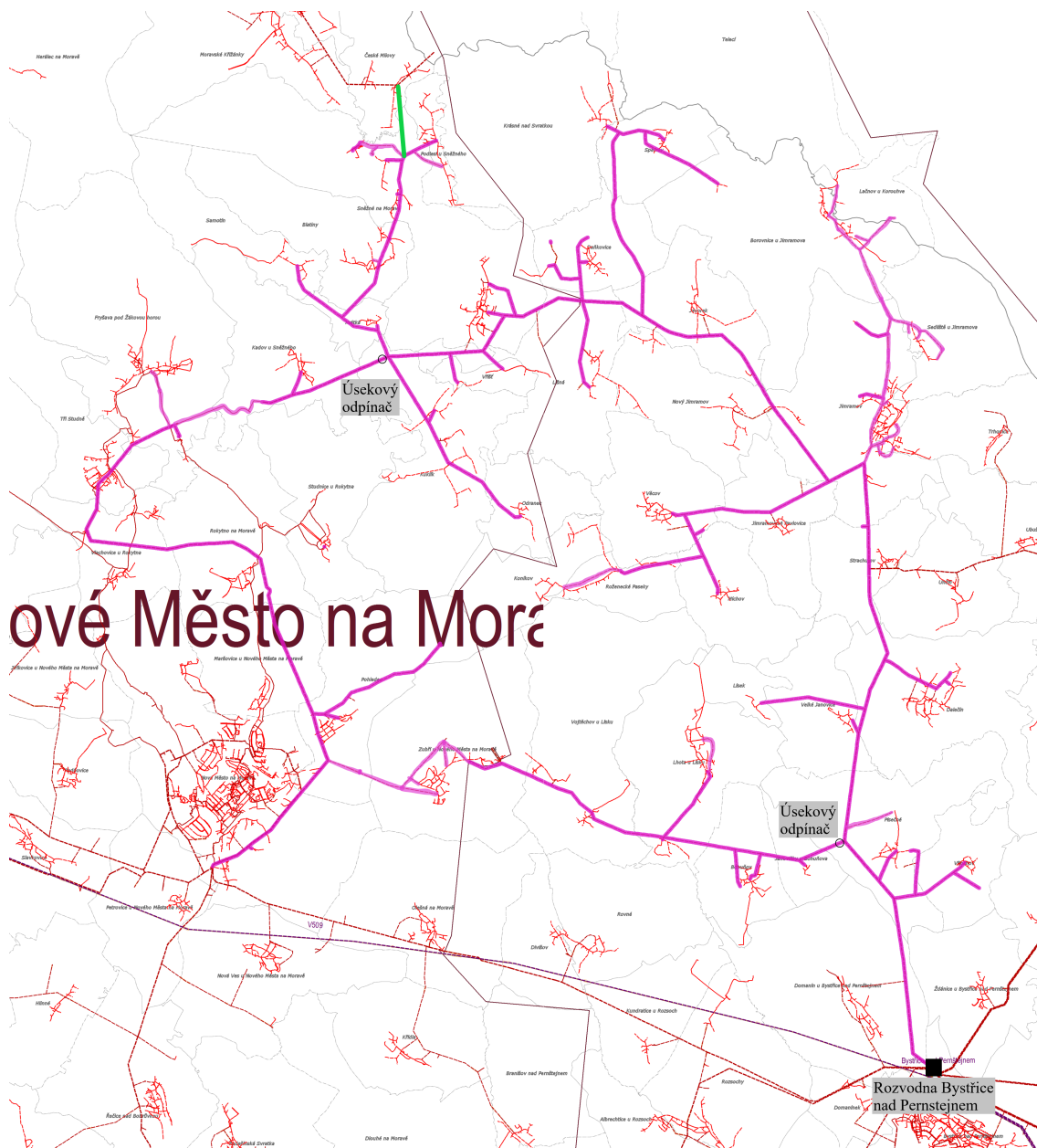
Obr. D.2: Káblový zvod

Vysvetlivky:

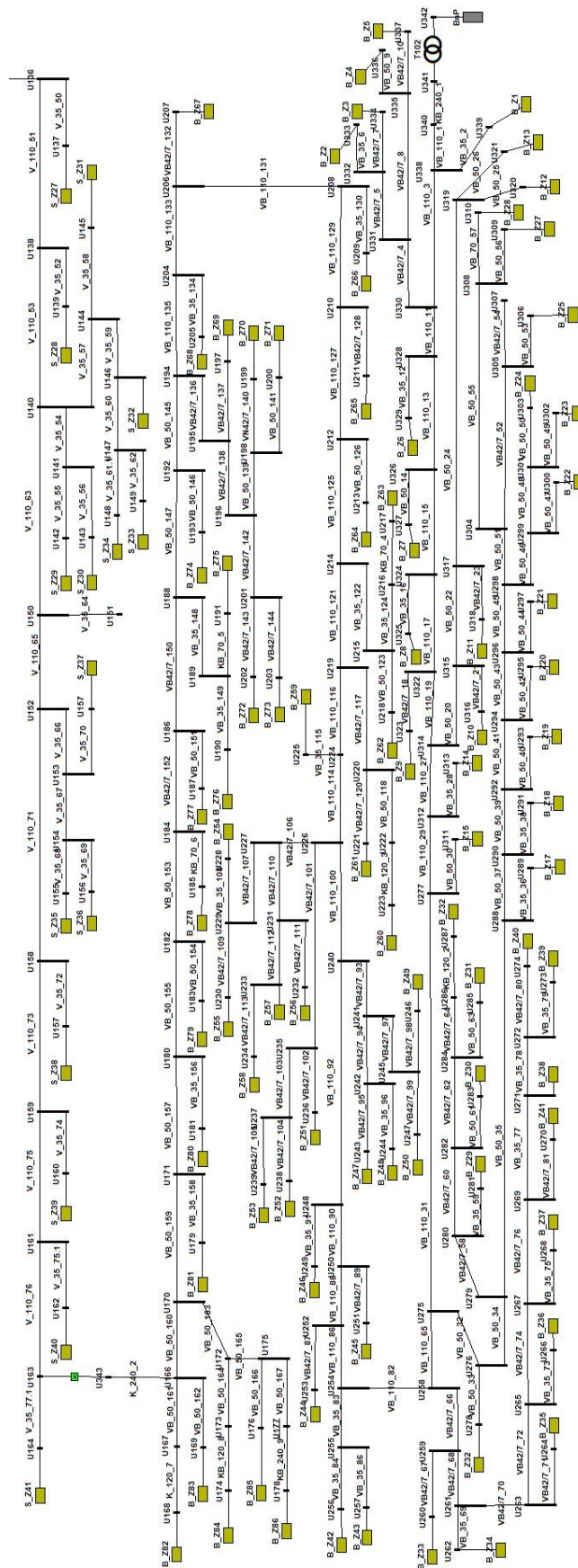
1. Uzemňovací vodič
2. Konzola zvislého vodiča
3. Objímka konzoly odpínača
4. Boční nosník

5. Kryt kábla
6. Plechová ochrana
7. Držiak kábla
8. Konzola obmedzovača prepätia
9. Držiak konzoly obmedzovača prepätia
10. Skratovací guľový bod
11. Páka pohonu JB
12. Spodná trubka
13. Horná trubka
14. Horné medziložisko JB
15. Zarezávací páka
16. Vtáčia zábrana
17. Obmedzovač prepätia
18. Zvislý odpínač komorový

E Vedenie VN 144



Obr. E.1: Vedenia VN 144 v Geoportále [33]



Obr. E.2: Model vedenia VN 144 v programe E-vlivy

Tab. E.1: Parametre úsekov VN 144

Názov	Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu S/km$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
KB_240_1	240NA2XS(F)2Y	0,125	0,12	94	422	0,038
KB_120_2	120ANKTOPV	0,258	0,125	75	241	0,02
KB_120_3	120ANKTOPV	0,258	0,125	75	241	0,224
KB_70_4	70AXEKCY	0,443	0,138	94	273	0,02
KB_70_5	70AXEKCY	0,443	0,138	94	273	0,006
KB_70_6	70AXEKCY	0,443	0,138	94	273	0,016
KB_120_8	120ANKTOPV	0,258	0,125	75	241	0,26
KB_240_9	240AXEKVC	0,125	0,113	94	455	0,227
VB_110_1	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,75
VB_35_2	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,785
VB_110_3	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,47
VB42/7_10	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,262
VB_50_9	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,555
VB42/7_8	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,805
VB42/7_7	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,346
VB_35_6	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,272
VB42/7_5	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,577
VB42/7_4	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,381
VB_110_11	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,408
VB_35_12	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,622
VB_110_13	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,16
VB_50_14	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,866
VB_110_15	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,69
VB_35_16	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,249
VB_110_17	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,445
VB42/7_18	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	1,86
VB_110_19	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,934
VB_50_26	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,166
VB_50_25	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,108
VB_50_24	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,212
VB42/7_23	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,21
VB_50_22	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,373
VB42/7_21	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,367
VB_50_20	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	1,05
VB_110_27	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	2,43
VB_35_28	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,103

Tab. E.2: Parametre úsekov VN 144

Názov	Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu S/km$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
VB_110_29	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,937
VB_50_30	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,006
VB_70_57	70AlFe6	0,434	0,363	3,456	254	0,792
VB_50_56	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,07
VB_50_55	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,626
VB42/7_54	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,646
VB_50_53	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,26
VB42/7_52	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,218
VB_50_51	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	1,34
VB_50_50	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,754
VB_50_49	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,159
VB_50_48	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,229
VB_50_47	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,15
VB_50_46	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,325
VB_50_45	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,264
VB_50_44	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,633
VB_50_43	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	1,15
VB_50_42	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,435
VB_50_41	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,107
VB_50_40	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,103
VB_50_39	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,307
VB_35_38	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,075
VB_50_37	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,189
VB_35_36	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,023
VB_50_35	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,301
VB42/7_64	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,469
VB_50_63	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,036
VB42/7_62	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,056
VB_50_61	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,065
VB42/7_60	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,031
VB_35_59	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,523
VB42/7_58	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,11
VB_50_34	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,057
VB_50_33	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,017
VB_110_31	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,18

Tab. E.3: Parametre úsekov VN 144

Názov	Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu S/km$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
VB_50_32	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,273
VB_110_65	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,704
VB42/7_80	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	1,07
VB_35_79	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,029
VB_35_78	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,769
VB_35_77	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,718
VB42/7_81	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,7
VB42/7_76	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,404
VB_35_75	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,185
VB42/7_74	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,187
VB_35_73	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,401
VB42/7_72	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,226
VB42/7_71	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,218
VB42/7_70	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	1,53
VB_35_69	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,226
VB42/7_68	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,653
VB42/7_67	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,242
VB42/7_66	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,52
VB_110_82	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,65
VB_35_86	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,62
VB_35_84	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,037
VB_35_83	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,18
VB_110_86	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,704
VB42/7_87	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,057
VB_110_88	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,08
VB42/7_89	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,372
VB_110_90	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,967
VB_35_91	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,125
VB_110_92	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,325
VB42/7_99	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,833
VB42/7_98	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,156
VB42/7_97	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,078
VB_35_96	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	1,68
VB42/7_95	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,367
VB42/7_94	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,483

Tab. E.4: Parametre úsekov VN 144

Názov	Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu S/km$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
VB42/7_93	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	3,42
VB_110_100	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,15
VB42/7_105	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,179
VB42/7_104	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,133
VB42/7_103	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,61
VB42/7_102	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,13
VB42/7_101	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,86
VB42/7_113	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,113
VB42/7_112	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,401
VB42/7_111	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,105
VB42/7_110	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,601
VB42/7_109	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,524
VB_35_108	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,136
VB42/7_107	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,283
VB42/7_106	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,396
VB_110_114	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,876
VB_35_115	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,685
VB_110_116	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,402
VB_50_118	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,05
VB42/7_120	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,043
VB42/7_117	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,776
VB_110_121	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,193
VB_50_123	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,146
VB_35_124	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,09
VB_35_122	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,192
VB_110_125	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,349
VB_50_126	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,17
VB_110_127	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,235
VB42/7_128	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,023
VB_110_129	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,156
VB_35_130	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,469
VB_110_131	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,332
VB42/7_132	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,274
VB_110_133	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	0,256
VB_35_134	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,545

Tab. E.5: Parametre úsekov VN 144

Názov	Typ	R_v (Ω/km)	X_v (Ω/km)	B_v ($\mu S/km$)	I_{maxv} (A)	l_v (km)
VB_110_135	110/22AlFe	0,259	0,368	1,46	318	1,09
VB42/7_144	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,05
VB42/7_143	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	1,65
VB42/7_142	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,425
VB_50_141	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,069
VN42/7_140	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,038
VB_50_139	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,05
VB42/7_137	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,237
VB42/7_138	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,359
VB42/7_136	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	1,36
VB_50_145	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,5
VB_50_146	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,05
VB_50_147	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,692
VB_35_149	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,556
VB_35_148	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,722
VB42/7_150	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	1,22
VB_50_151	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,126
VB42/7_152	42/7AlFe6	0,667	0,421	1,837	163	0,446
VB_50_153	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,707
VB_50_154	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,058
VB_50_155	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,112
VB_35_156	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,06
VB_50_157	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,606
VB_35_158	35AlFe6	0,778	0,389	1,339	150	0,285
VB_50_167	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,01
VB_50_166	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,022
VB_50_165	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,306
VB_50_164	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,039
VB_50_163	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,55
VB_50_159	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,055
VB_50_160	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,206
VB_50_162	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,45
VB_50_161	50AlFe6	0,615	0,396	1,46	205	0,57

Tab. E.6: Zátaz VN 144

Názov	U_z (kV)	I_z (A)	$\cos\varphi_z$	P_z (kW)	Q_z (kVAr)	S_z (kVA)
B_Z1	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
B_Z2	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z3	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z4	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
B_Z5	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z6	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z7	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z8	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z9	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
B_Z10	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z11	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
B_Z12	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z13	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
B_Z14	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
B_Z15	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
B_Z17	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z18	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z19	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z20	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z21	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z22	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z23	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z24	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z25	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z27	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z28	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z29	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z30	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
B_Z31	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z32	22	0,88	0,95	32	10,52	33,68
B_Z32	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z33	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z34	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z35	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z36	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63

Tab. E.7: Zátaz VN 144

Názov	U_z (kV)	I_z (A)	$\cos\varphi_z$	P_z (kW)	Q_z (kVAr)	S_z (kVA)
B_Z37	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z38	22	0,88	0,95	32	10,52	33,68
B_Z39	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z40	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z41	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z42	22	0,88	0,95	32	10,52	33,68
B_Z43	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z44	22	0,88	0,95	32	10,52	33,68
B_Z45	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z46	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z47	22	0,88	0,95	32	10,52	33,68
B_Z48	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z49	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z50	22	0,88	0,95	32	10,52	33,68
B_Z51	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z52	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z53	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z54	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z55	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z56	22	0,88	0,95	32	10,52	33,68
B_Z57	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
B_Z58	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z59	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z60	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z61	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z62	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z63	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
B_Z64	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z65	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z66	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z67	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z68	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z69	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z70	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
B_Z71	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21

Tab. E.8: Zátaz VN 144

Názov	U_z (kV)	I_z (A)	$\cos\varphi_z$	P_z (kW)	Q_z (kVAr)	S_z (kVA)
B_Z72	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z73	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z74	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z75	22	0,55	0,95	20	6,57	21,05
B_Z76	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z77	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z78	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
B_Z79	22	2,21	0,95	80	26,29	84,21
B_Z80	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z81	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z82	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
B_Z83	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z84	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63
B_Z85	22	1,38	0,95	50	16,43	52,63
B_Z86	22	3,48	0,95	126	41,41	132,63

Tab. E.9: Napätie v uzloch VN 144

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U342	109,88	-0,166	0,000	6,166	89,999	1962,329
U341	22,833	-1,054	0,145	1,726	88,210	280,348
U340	22,831	-1,055	0,136	1,731	88,057	279,587
U339	22,665	-1,361	-0,592	2,906	67,257	166,557
U338	22,665	-1,360	-0,592	2,429	77,814	199,267
U337	22,522	-1,622	-1,219	3,986	62,178	121,438
U336	22,522	-1,622	-1,219	4,161	60,852	116,313
U335	22,522	-1,622	-1,219	3,808	63,729	127,105
U334	22,522	-1,622	-1,219	3,888	63,013	124,500
U333	22,522	-1,622	-1,219	3,843	62,999	125,928
U332	22,522	-1,622	-1,219	3,656	65,201	132,396
U331	22,524	-1,621	-1,211	3,283	69,524	147,422
U330	22,527	-1,619	-1,197	3,049	72,945	158,721
U329	22,488	-1,689	-1,368	3,626	65,834	133,498
U328	22,49	-1,689	-1,360	3,225	71,927	150,098
U327	22,383	-1,889	-1,829	4,251	64,440	113,845
U326	22,385	-1,887	-1,820	3,727	69,559	129,855
U325	22,235	-2,175	-2,478	4,635	65,327	104,424
U324	22,236	-2,174	-2,474	4,468	67,065	108,326
U323	22,196	-2,251	-2,649	5,934	58,535	81,561
U322	22,197	-2,250	-2,645	4,664	66,540	103,769
U321	22,095	-2,422	-3,092	6,225	58,987	77,745
U320	22,096	-2,422	-3,088	6,187	59,161	78,223
U319	22,096	-2,421	-3,088	6,117	59,490	79,127
U318	22,097	-2,421	-3,083	6,126	59,433	79,013
U317	22,097	-2,420	-3,083	5,979	60,158	80,954
U316	22,101	-2,418	-3,066	5,992	60,063	80,770
U315	22,102	-2,417	-3,061	5,738	61,411	84,352
U314	22,116	-2,407	-3,000	5,077	65,570	95,328
U313	21,924	-2,789	-3,842	6,229	63,157	77,702
U312	21,924	-2,789	-3,842	6,157	63,654	78,607
U311	21,851	-2,937	-4,162	6,579	63,063	73,568
U310	21,771	-3,014	-4,513	10,16	52,351	47,639
U309	21,773	-3,013	-4,504	9,770	52,813	49,540
U308	21,773	-3,013	-4,504	9,722	52,916	49,785

Tab. E.10: Napätie v uzloch VN 144

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U307	21,775	-3,011	-4,496	9,930	52,439	48,742
U306	21,775	-3,011	-4,496	9,631	53,104	50,252
U305	21,775	-3,011	-4,496	9,453	53,505	51,199
U304	21,776	-3,011	-4,491	9,293	53,889	52,081
U303	21,778	-3,009	-4,482	9,271	53,941	52,204
U302	21,779	-3,008	-4,478	8,867	54,957	54,585
U301	21,780	-3,007	-4,474	8,759	55,245	55,255
U300	21,781	-3,007	-4,469	8,706	55,390	55,594
U299	21,781	-3,006	-4,469	8,605	55,671	56,247
U298	21,784	-3,005	-4,456	8,386	56,303	57,713
U297	21,786	-3,003	-4,447	8,634	55,588	56,054
U296	21,787	-3,002	-4,443	8,210	56,842	58,955
U295	21,804	-2,989	-4,368	7,735	58,424	62,573
U294	21,805	-2,989	-4,364	7,405	59,483	64,971
U293	21,807	-2,987	-4,355	7,447	59,494	64,994
U292	21,807	-2,987	-4,355	7,380	59,757	65,585
U291	21,813	-2,983	-4,329	7,234	60,282	66,902
U290	21,813	-2,983	-4,329	7,180	60,570	67,407
U289	21,817	-2,980	-4,311	7,075	61,002	68,412
U288	21,817	-2,980	-4,311	7,058	61,094	68,572
U287	21,821	-2,977	-4,294	7,331	59,905	66,022
U286	21,821	-2,977	-4,294	7,326	59,930	66,065
U285	21,822	-2,976	-4,289	7,024	61,234	68,909
U284	21,822	-2,976	-4,289	7,001	61,336	69,137
U283	21,822	-2,976	-4,289	7,004	61,326	69,106
U282	21,823	-2,976	-4,285	6,962	61,513	69,520
U281	21,821	-2,976	-4,294	7,318	59,567	66,138
U280	21,823	-2,975	-4,285	6,941	61,612	69,733
U279	21,824	-2,974	-4,281	6,865	61,967	70,500
U278	21,826	-2,973	-4,272	6,840	62,086	70,763
U277	21,851	-2,937	-4,162	6,575	63,083	73,610
U276	21,826	-2,973	-4,272	6,829	62,137	70,876
U275	21,837	-2,966	-4,224	6,656	62,981	72,721
U274	21,732	-3,091	-4,684	11,438	49,518	42,315
U273	21,735	-3,089	-4,671	10,658	50,811	45,411

Tab. E.11: Napätie v uzloch VN 144

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U272	21,735	-3,089	-4,671	10,635	50,867	45,509
U271	21,739	-3,087	-4,654	10,029	52,439	48,260
U270	21,742	-3,087	-4,640	9,985	52,908	48,472
U269	21,744	-3,086	-4,632	9,471	54,086	51,106
U268	21,747	-3,083	-4,618	9,318	54,358	51,944
U267	21,748	-3,083	-4,614	9,176	54,826	52,749
U266	21,749	-3,082	-4,610	9,347	54,162	51,779
U265	21,750	-3,082	-4,605	9,040	55,185	53,543
U264	21,752	-3,080	-4,596	9,034	55,201	53,577
U263	21,752	-3,080	-4,596	8,876	55,634	54,532
U262	21,773	-3,065	-4,504	7,949	58,399	60,889
U261	21,774	-3,065	-4,500	7,783	59,162	62,191
U260	21,784	-3,058	-4,456	7,495	60,284	64,578
U259	21,785	-3,057	-4,452	7,327	60,986	66,058
U258	21,795	-3,050	-4,408	6,970	62,607	69,441
U257	21,711	-3,220	-4,776	8,286	59,07	58,411
U256	21,713	-3,219	-4,768	7,863	61,055	61,555
U255	21,713	-3,219	-4,768	7,836	61,188	61,763
U254	21,714	-3,219	-4,763	7,708	61,849	62,792
U253	21,680	-3,289	-4,912	8,062	61,411	60,031
U252	21,680	-3,289	-4,912	8,023	61,567	60,325
U251	21,628	-3,396	-5,140	8,765	60,249	55,218
U250	21,629	-3,395	-5,136	8,507	61,176	56,892
U249	21,585	-3,488	-5,329	9,031	60,473	53,592
U248	21,585	-3,488	-5,329	8,941	60,861	54,132
U247	21,546	-3,536	-5,500	12,199	53,080	39,677
U246	21,547	-3,536	-5,496	11,701	54,010	41,364
U245	21,547	-3,536	-5,496	11,587	54,235	41,772
U244	21,540	-3,539	-5,526	13,202	50,771	36,661
U243	21,545	-3,537	-5,504	12,154	53,161	39,823
U242	21,545	-3,537	-5,504	11,884	53,659	40,728
U241	21,547	-3,536	-5,496	11,530	54,350	41,978
U240	21,571	-3,519	-5,390	9,087	60,762	53,263
U239	21,513	-3,627	-5,645	10,767	57,166	44,951
U238	21,513	-3,627	-5,645	10,734	57,247	45,089
U237	21,514	-3,626	-5,640	10,639	57,486	45,491

Tab. E.12: Napätie v uzloch VN 144

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U236	21,516	-3,625	-5,632	10,298	58,384	46,999
U235	21,516	-3,624	-5,632	10,206	58,637	47,422
U234	21,515	-3,625	-5,636	10,669	57,412	45,367
U233	21,515	-3,625	-5,636	10,588	57,617	45,712
U232	21,517	-3,624	-5,627	10,378	58,169	46,639
U231	21,517	-3,624	-5,627	10,303	58,370	46,976
U230	21,518	-3,624	-5,623	10,449	57,978	46,319
U229	21,519	-3,623	-5,618	10,078	58,998	48,023
U228	21,518	-3,623	-5,623	10,179	58,641	47,551
U227	21,520	-3,622	-5,614	9,880	59,580	48,990
U226	21,523	-3,620	-5,601	9,603	60,436	50,400
U225	21,492	-3,685	-5,737	10,498	58,409	46,103
U224	21,493	-3,685	-5,732	9,997	60,210	48,416
U223	21,476	-3,717	-5,807	10,810	58,314	44,775
U222	21,476	-3,717	-5,807	10,755	58,497	45,001
U221	21,476	-3,717	-5,807	10,753	58,502	45,011
U220	21,476	-3,716	-5,807	10,722	58,582	45,139
U219	21,480	-3,714	-5,789	10,177	60,112	47,557
U218	21,472	-3,727	-5,825	10,499	59,296	46,099
U217	21,472	-3,727	-5,825	10,476	59,291	46,199
U216	21,472	-3,727	-5,825	10,470	59,325	46,229
U215	21,472	-3,727	-5,825	10,404	59,558	46,522
U214	21,474	-3,727	-5,816	10,264	60,066	47,155
U213	21,464	-3,748	-5,860	10,532	59,676	45,957
U212	21,464	-3,748	-5,860	10,421	59,985	46,445
U211	21,458	-3,761	-5,886	10,542	59,886	45,909
U210	21,458	-3,761	-5,886	10,526	59,932	45,980
U209	21,452	-3,771	-5,912	10,940	58,724	44,242
U208	21,454	-3,770	-5,904	10,597	59,898	45,675
U207	21,445	-3,788	-5,943	10,938	59,301	44,250
U206	21,446	-3,787	-5,939	10,746	59,825	45,041
U205	21,439	-3,801	-5,969	11,261	58,451	42,981
U204	21,440	-3,800	-5,965	10,861	59,771	44,564
U203	21,393	-3,869	-6,171	12,913	56,028	37,481
U202	21,390	-3,871	-6,184	14,077	53,957	34,381
U201	21,393	-3,869	-6,171	12,877	56,099	37,586

Tab. E.13: Napätie v uzloch VN 144

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U200	21,394	-3,868	-6,167	12,651	56,556	38,258
U199	21,394	-3,868	-6,167	12,632	56,593	38,315
U198	21,394	-3,868	-6,167	12,605	56,649	38,398
U197	21,399	-3,865	-6,145	12,484	56,899	38,771
U196	21,395	-3,868	-6,162	12,571	56,716	38,501
U195	21,399	-3,865	-6,145	12,314	57,262	39,305
U194	21,418	-3,852	-6,061	11,351	59,552	42,640
U193	21,403	-3,866	-6,127	11,712	58,659	41,324
U192	21,403	-3,866	-6,127	11,679	58,737	41,441
U191	21,381	-3,885	-6,224	12,682	56,209	38,165
U190	21,380	-3,886	-6,228	13,102	55,171	36,940
U189	21,381	-3,885	-6,224	12,680	56,216	38,171
U188	21,383	-3,884	-6,215	12,138	57,682	39,876
U187	21,349	-3,917	-6,364	13,100	55,690	36,946
U186	21,349	-3,917	-6,364	13,015	55,848	37,187
U185	21,337	-3,928	-6,417	13,345	55,218	36,268
U184	21,337	-3,928	-6,417	13,339	55,237	36,283
U183	21,323	-3,943	-6,478	13,859	54,345	34,922
U182	21,323	-3,943	-6,478	13,820	54,409	35,022
U181	21,321	-3,945	-6,487	13,943	54,184	34,714
U180	21,321	-3,945	-6,487	13,896	54,284	34,829
U179	21,311	-3,956	-6,531	14,532	53,181	33,306
U178	21,303	-3,963	-6,566	14,980	52,676	32,309
U177	21,304	-3,963	-6,561	14,943	52,703	32,391
U176	21,304	-3,963	-6,561	14,951	52,692	32,373
U175	21,304	-3,963	-6,561	14,936	52,713	32,406
U174	21,305	-3,962	-6,557	14,819	52,841	32,661
U173	21,305	-3,961	-6,557	14,752	52,972	32,809
U172	21,305	-3,961	-6,557	14,725	53,010	32,868
U171	21,311	-3,956	-6,531	14,311	53,626	33,821
U170	21,311	-3,957	-6,531	14,348	53,568	33,732
U169	21,309	-3,959	-6,539	14,798	52,907	32,707
U168	21,307	-3,960	-6,548	14,890	52,773	32,506
U167	21,307	-3,960	-6,548	14,881	52,790	32,525
U166	21,310	-3,958	-6,535	14,490	53,355	33,403
U343	21,310	-3,959	-6,535	14,694	53,218	32,938

Tab. E.14: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U342	109,825	-0,240	0,000	6,168	89,996	1961,765
U341	22,757	-1,531	-0,189	1,730	88,186	279,836
U340	22,755	-1,534	-0,197	1,734	88,033	279,076
U339	22,513	-1,981	-1,259	2,912	67,230	166,199
U338	22,513	-1,981	-1,259	2,435	77,755	198,785
U337	22,307	-2,366	-2,162	3,995	62,135	121,145
U336	22,308	-2,366	-2,158	4,171	60,814	116,042
U335	22,308	-2,366	-2,158	3,817	63,680	126,787
U334	22,307	-2,366	-2,162	3,897	62,967	124,194
U333	22,307	-2,366	-2,162	3,853	62,952	125,614
U332	22,308	-2,366	-2,158	3,665	65,146	132,054
U331	22,310	-2,364	-2,149	3,292	69,451	147,011
U330	22,312	-2,363	-2,140	3,058	72,856	158,259
U329	22,257	-2,468	-2,382	3,636	65,764	133,117
U328	22,258	-2,468	-2,377	3,234	71,830	149,640
U327	22,102	-2,768	-3,061	4,265	64,350	113,484
U326	22,105	-2,767	-3,048	3,740	69,438	129,408
U325	21,884	-3,205	-4,018	4,653	65,185	104,012
U324	21,885	-3,205	-4,013	4,486	66,911	107,892
U323	21,826	-3,321	-4,272	5,955	58,435	81,271
U322	21,828	-3,320	-4,263	4,684	66,377	103,337
U321	21,688	-3,579	-4,877	6,250	58,864	77,440
U320	21,688	-3,579	-4,877	6,212	59,036	77,915
U319	21,688	-3,578	-4,877	6,141	59,362	78,812
U318	21,689	-3,578	-4,873	6,150	59,306	78,700
U317	21,690	-3,577	-4,868	6,003	60,025	80,627
U316	21,693	-3,575	-4,855	6,017	59,930	80,445
U315	21,694	-3,574	-4,851	5,762	61,267	84,002
U314	21,708	-3,564	-4,789	5,100	65,388	94,901
U313	21,416	-4,177	-6,070	6,262	62,933	77,293
U312	21,416	-4,177	-6,070	6,190	63,424	78,192
U311	21,305	-4,417	-6,557	6,616	62,815	73,156
U310	21,220	-4,512	-6,930	10,202	52,228	47,440
U309	21,221	-4,510	-6,925	9,812	52,682	49,326
U308	21,221	-4,510	-6,925	9,764	52,785	49,569

Tab. E.15: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U307	21,224	-4,509	-6,912	9,973	52,312	48,533
U306	21,223	-4,509	-6,917	9,674	52,970	50,032
U305	21,224	-4,509	-6,912	9,496	53,367	50,971
U304	21,224	-4,508	-6,912	9,335	53,747	51,846
U303	21,226	-4,507	-6,904	9,313	53,799	51,968
U302	21,228	-4,505	-6,895	8,909	54,804	54,330
U301	21,228	-4,505	-6,895	8,801	55,088	54,995
U300	21,229	-4,505	-6,890	8,747	55,231	55,330
U299	21,229	-4,504	-6,890	8,646	55,509	55,979
U298	21,232	-4,502	-6,877	8,427	56,134	57,431
U297	21,234	-4,500	-6,868	8,676	55,427	55,787
U296	21,235	-4,500	-6,864	8,251	56,666	58,663
U295	21,252	-4,487	-6,789	7,775	58,229	62,250
U294	21,253	-4,486	-6,785	7,489	59,276	64,627
U293	21,254	-4,485	-6,781	7,487	59,286	64,650
U292	21,254	-4,485	-6,781	7,419	59,546	65,236
U291	21,260	-4,481	-6,754	7,274	60,064	66,541
U290	21,260	-4,481	-6,754	7,219	60,349	67,042
U289	21,264	-4,478	-6,737	7,114	60,776	68,038
U288	21,264	-4,478	-6,737	7,097	60,866	68,197
U287	21,268	-4,475	-6,719	7,370	59,692	65,669
U286	21,268	-4,475	-6,719	7,366	59,717	65,711
U285	21,269	-4,474	-6,715	7,063	61,004	68,531
U284	21,269	-4,474	-6,715	7,039	61,105	68,756
U283	21,269	-4,474	-6,715	7,043	61,095	68,726
U282	21,270	-4,473	-6,711	7,001	61,280	69,136
U281	21,268	-4,474	-6,719	7,358	59,355	65,782
U280	21,270	-4,473	-6,711	6,979	61,377	69,348
U279	21,271	-4,472	-6,706	6,904	61,728	70,108
U278	21,274	-4,471	-6,693	6,878	61,846	70,369
U277	21,305	-4,417	-6,557	6,612	62,834	73,198
U276	21,274	-4,471	-6,693	6,867	61,896	70,480
U275	21,284	-4,463	-6,649	6,693	62,729	72,310
U274	21,152	-4,659	-7,228	11,486	49,406	42,139
U273	21,155	-4,657	-7,215	10,705	50,686	45,211

Tab. E.16: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U272	21,155	-4,657	-7,215	10,682	50,741	45,309
U271	21,159	-4,655	-7,197	10,075	52,298	48,038
U270	21,161	-4,655	-7,189	10,031	52,765	48,248
U269	21,163	-4,653	-7,180	9,516	53,929	50,860
U268	21,166	-4,651	-7,167	9,363	54,197	51,691
U267	21,167	-4,651	-7,162	9,221	54,661	52,489
U266	21,168	-4,650	-7,158	9,393	54,002	51,528
U265	21,169	-4,650	-7,154	9,085	55,015	53,276
U264	21,171	-4,648	-7,145	9,079	55,031	53,311
U263	21,171	-4,648	-7,145	8,921	55,458	54,257
U262	21,192	-4,633	-7,053	7,993	58,188	60,556
U261	21,192	-4,633	-7,053	7,826	58,942	61,847
U260	21,203	-4,626	-7,004	7,537	60,049	64,213
U259	21,203	-4,625	-7,004	7,369	60,741	65,679
U258	21,213	-4,618	-6,961	7,011	62,341	69,031
U257	21,061	-4,955	-7,627	8,338	58,809	58,047
U256	21,063	-4,954	-7,618	7,914	60,767	61,161
U255	21,063	-4,954	-7,618	7,887	60,898	61,368
U254	21,064	-4,954	-7,614	7,758	61,550	62,387
U253	21,002	-5,096	-7,886	8,117	61,101	59,631
U252	21,002	-5,096	-7,886	8,077	61,254	59,921
U251	20,906	-5,315	-8,307	8,826	59,930	54,835
U250	20,907	-5,314	-8,303	8,568	60,842	56,491
U249	20,824	-5,509	-8,667	9,098	60,126	53,199
U248	20,824	-5,509	-8,667	9,008	60,508	53,733
U247	20,773	-5,592	-8,890	12,274	52,857	39,433
U246	20,773	-5,591	-8,890	11,776	53,771	41,101
U245	20,774	-5,591	-8,886	11,661	53,993	41,504
U244	20,767	-5,594	-8,917	13,280	50,578	36,447
U243	20,772	-5,592	-8,895	12,229	52,936	39,578
U242	20,772	-5,592	-8,895	11,959	53,426	40,473
U241	20,774	-5,591	-8,886	11,604	54,105	41,709
U240	20,797	-5,574	-8,785	9,155	60,402	52,865
U239	20,693	-5,805	-9,241	10,847	56,847	44,621
U238	20,693	-5,805	-9,241	10,814	56,927	44,757

Tab. E.17: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U237	20,694	-5,804	-9,237	10,719	57,161	45,155
U236	20,696	-5,803	-9,228	10,377	58,042	46,644
U235	20,696	-5,802	-9,228	10,284	58,290	47,062
U234	20,695	-5,803	-9,232	10,748	57,089	45,031
U233	20,695	-5,803	-9,232	10,667	57,290	45,372
U232	20,697	-5,802	-9,224	10,456	57,831	46,288
U231	20,697	-5,802	-9,224	10,382	58,029	46,621
U230	20,698	-5,802	-9,219	10,528	57,644	45,972
U229	20,698	-5,801	-9,219	10,156	58,644	47,655
U228	20,698	-5,801	-9,219	10,257	58,293	47,188
U227	20,699	-5,800	-9,215	9,957	59,215	48,610
U226	20,703	-5,798	-9,197	9,679	60,053	50,003
U225	20,636	-5,958	-9,491	10,583	58,042	45,735
U224	20,637	-5,957	-9,487	10,079	59,810	48,021
U223	20,604	-6,033	-9,632	10,897	57,944	44,416
U222	20,604	-6,033	-9,632	10,842	58,124	44,639
U221	20,604	-6,033	-9,632	10,840	58,129	44,650
U220	20,604	-6,033	-9,632	10,809	58,207	44,776
U219	20,608	-6,030	-9,614	10,262	59,704	47,162
U218	20,592	-6,065	-9,684	10,587	58,900	45,718
U217	20,592	-6,065	-9,684	10,564	58,894	45,816
U216	20,592	-6,065	-9,684	10,557	58,928	45,846
U215	20,593	-6,064	-9,680	10,491	59,156	46,135
U214	20,594	-6,064	-9,675	10,351	59,654	46,761
U213	20,570	-6,123	-9,781	10,621	59,264	45,570
U212	20,570	-6,123	-9,781	10,510	59,566	46,052
U211	20,554	-6,162	-9,851	10,633	59,464	45,517
U210	20,555	-6,162	-9,846	10,617	59,509	45,586
U209	20,543	-6,189	-9,899	11,033	58,321	43,866
U208	20,544	-6,188	-9,895	10,689	59,471	45,282
U207	20,522	-6,243	-9,991	11,033	58,881	43,868
U206	20,523	-6,242	-9,987	10,840	59,392	44,648
U205	20,505	-6,284	-10,066	11,359	58,039	42,609
U204	20,507	-6,283	-10,057	10,957	59,333	44,171
U203	20,416	-6,473	-10,456	13,024	55,653	37,163

Tab. E.18: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U202	20,414	-6,475	-10,465	14,191	53,629	34,107
U201	20,416	-6,472	-10,456	12,987	55,722	37,267
U200	20,418	-6,471	-10,447	12,760	56,169	37,930
U199	20,418	-6,471	-10,447	12,742	56,204	37,986
U198	20,418	-6,471	-10,447	12,714	56,259	38,068
U197	20,422	-6,468	-10,430	12,593	56,504	38,435
U196	20,418	-6,471	-10,447	12,681	56,325	38,168
U195	20,422	-6,468	-10,430	12,423	56,858	38,961
U194	20,440	-6,455	-10,351	11,456	59,092	42,249
U193	20,382	-6,518	-10,605	11,822	58,181	40,940
U192	20,383	-6,518	-10,601	11,789	58,257	41,055
U191	20,302	-6,605	-10,956	12,801	55,735	37,809
U190	20,301	-6,605	-10,961	13,224	54,722	36,601
U189	20,302	-6,605	-10,956	12,799	55,743	37,815
U188	20,304	-6,604	-10,947	12,254	57,173	39,497
U187	20,157	-6,764	-11,592	13,231	55,131	36,581
U186	20,157	-6,764	-11,592	13,146	55,284	36,818
U185	20,104	-6,823	-11,825	13,481	54,634	35,903
U184	20,105	-6,823	-11,820	13,475	54,654	35,919
U183	20,030	-6,909	-12,149	14,003	53,734	34,565
U182	20,030	-6,909	-12,149	13,963	53,797	34,663
U181	20,018	-6,922	-12,202	14,087	53,570	34,357
U180	20,018	-6,922	-12,202	14,041	53,666	34,471
U179	19,956	-6,995	-12,474	14,685	52,553	32,960
U178	19,945	-7,008	-12,522	15,135	52,068	31,980
U177	19,945	-7,008	-12,522	15,097	52,093	32,059
U176	19,945	-7,008	-12,522	15,105	52,082	32,042
U175	19,945	-7,008	-12,522	15,090	52,102	32,074
U174	19,946	-7,007	-12,518	14,973	52,224	32,325
U173	19,946	-7,007	-12,518	14,906	52,351	32,470
U172	19,946	-7,006	-12,518	14,879	52,388	32,529
U171	19,957	-6,995	-12,469	14,462	52,983	33,467
U170	19,951	-7,002	-12,496	14,500	52,923	33,378
U169	19,932	-7,025	-12,579	14,954	52,271	32,366
U168	19,930	-7,026	-12,588	15,046	52,143	32,169

Tab. E.19: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U167	19,930	-7,026	-12,588	15,037	52,160	32,188
U343	19,911	-7,067	-12,671	14,853	52,554	32,586
U166	19,933	-7,025	-12,575	14,644	52,701	33,051
U165	19,476	-7,624	-14,579	19,465	47,204	24,866
U164	19,910	-7,067	-12,675	14,915	52,437	32,450
U163	19,911	-7,067	-12,671	14,853	52,554	32,586
U162	19,855	-7,133	-12,917	15,453	51,640	31,320
U161	19,856	-7,133	-12,912	15,301	51,906	31,631
U160	19,782	-7,222	-13,237	16,207	50,613	29,863
U159	19,783	-7,221	-13,232	15,919	51,076	30,404
U158	19,709	-7,314	-13,557	16,576	50,262	29,200
U157	19,686	-7,341	-13,658	17,069	49,596	28,356
U157	19,708	-7,314	-13,561	16,974	49,674	28,514
U156	19,683	-7,342	-13,671	17,577	48,894	27,536
U155	19,682	-7,343	-13,675	18,112	48,202	26,722
U154	19,683	-7,342	-13,671	17,499	48,999	27,658
U153	19,687	-7,341	-13,654	16,954	49,760	28,547
U152	19,688	-7,340	-13,649	16,760	50,045	28,878
U151	19,556	-7,513	-14,228	18,272	48,374	26,489
U150	19,556	-7,513	-14,228	18,067	48,634	26,789
U149	19,503	-7,575	-14,461	19,772	46,756	24,479
U148	19,504	-7,574	-14,456	19,338	47,228	25,028
U147	19,504	-7,574	-14,456	19,300	47,271	25,078
U146	19,505	-7,574	-14,452	19,234	47,345	25,164
U145	19,507	-7,573	-14,443	19,057	47,547	25,398
U144	19,507	-7,573	-14,443	18,988	47,626	25,489
U143	19,511	-7,571	-14,425	18,981	47,635	25,499
U142	19,512	-7,571	-14,421	18,740	47,918	25,827
U141	19,512	-7,571	-14,421	18,710	47,954	25,868
U140	19,513	-7,570	-14,417	18,493	48,217	26,172
U139	19,496	-7,594	-14,491	18,689	48,031	25,898
U138	19,496	-7,594	-14,491	18,687	48,034	25,901
U137	19,484	-7,610	-14,544	19,050	47,639	25,407
U136	19,486	-7,608	-14,535	18,811	47,918	25,729
U135	19,476	-7,624	-14,579	18,948	47,793	25,544

Tab. E.20: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U134	19,468	-7,637	-14,614	19,070	47,683	25,381
U133	19,468	-7,637	-14,614	19,066	47,686	25,386
U132	19,467	-7,638	-14,618	19,291	47,431	25,090
U131	19,468	-7,638	-14,614	19,075	47,678	25,374
U130	19,430	-7,686	-14,781	20,355	46,391	23,778
U129	19,423	-7,689	-14,811	20,402	46,343	23,723
U128	19,423	-7,689	-14,811	20,393	46,352	23,733
U127	19,423	-7,689	-14,811	20,421	46,425	23,701
U126	19,423	-7,689	-14,811	20,364	46,381	23,767
U125	19,424	-7,688	-14,807	20,355	46,390	23,777
U124	19,424	-7,688	-14,807	20,270	46,478	23,878
U123	19,425	-7,688	-14,803	20,357	46,454	23,776
U122	19,426	-7,687	-14,798	20,144	46,607	24,027
U121	19,431	-7,685	-14,776	19,864	46,901	24,366
U120	19,434	-7,684	-14,763	19,755	47,019	24,500
U119	19,434	-7,684	-14,763	19,736	47,039	24,524
U118	19,441	-7,681	-14,732	19,477	47,324	24,850
U117	19,378	-7,810	-15,009	20,949	46,142	23,104
U116	19,351	-7,884	-15,127	21,692	45,861	22,312
U115	19,351	-7,884	-15,127	21,686	45,865	22,319
U114	19,346	-7,891	-15,149	22,704	44,997	21,318
U113	19,344	-7,891	-15,158	23,291	44,517	20,781
U112	19,347	-7,890	-15,145	22,324	45,321	21,680
U111	19,349	-7,889	-15,136	21,737	45,847	22,266
U110	19,270	-8,071	-15,482	24,192	44,263	20,006
U109	19,267	-8,074	-15,496	24,632	44,078	19,649
U108	19,266	-8,075	-15,500	24,739	44,036	19,565
U107	19,267	-8,074	-15,496	24,596	44,105	19,678
U106	19,269	-8,072	-15,487	24,220	44,283	19,983
U105	19,269	-8,072	-15,487	24,210	44,288	19,992
U104	19,271	-8,071	-15,478	24,069	44,357	20,109
U103	19,272	-8,070	-15,474	23,948	44,416	20,211
U102	19,266	-8,088	-15,500	24,211	44,260	19,991
U101	19,266	-8,088	-15,500	24,198	44,270	20,002
U100	19,257	-8,109	-15,539	24,774	43,895	19,537

Tab. E.21: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U99	19,258	-8,109	-15,535	24,743	43,918	19,561
U98	19,258	-8,109	-15,535	24,741	43,919	19,563
U97	19,259	-8,109	-15,531	24,605	44,017	19,671
U96	19,259	-8,109	-15,531	24,593	44,026	19,681
U95	19,260	-8,108	-15,526	24,481	44,108	19,771
U94	19,258	-8,119	-15,535	25,020	43,837	19,344
U93	19,259	-8,118	-15,531	24,653	44,012	19,633
U92	19,259	-8,122	-15,531	24,741	43,957	19,563
U91	19,259	-8,122	-15,531	24,707	43,981	19,589
U90	19,259	-8,138	-15,531	25,189	43,690	19,215
U89	19,259	-8,138	-15,531	25,018	43,811	19,346
U88	19,259	-8,172	-15,531	26,619	43,083	18,182
U87	19,987	-23,161	-12,338	667,695	16,066	0,725
U86	19,261	-8,170	-15,522	25,630	43,486	18,884

Tab. E.22: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U342	109,823	-0,242	0,000	6,168	89,996	1961,784
U341	22,753	-1,544	-0,206	1,729	88,187	279,853
U340	22,751	-1,546	-0,215	1,734	88,034	279,093
U339	22,506	-1,996	-1,289	2,912	67,231	166,211
U338	22,507	-1,996	-1,285	2,435	77,757	198,801
U337	22,299	-2,383	-2,197	3,995	62,137	121,154
U336	22,299	-2,383	-2,197	4,171	60,816	116,051
U335	22,299	-2,383	-2,197	3,817	63,682	126,798
U334	22,299	-2,383	-2,197	3,897	62,969	124,204
U333	22,299	-2,383	-2,197	3,853	62,954	125,624
U332	22,299	-2,383	-2,197	3,665	65,148	132,066
U331	22,301	-2,382	-2,189	3,292	69,453	147,024
U330	22,304	-2,380	-2,175	3,058	72,859	158,274
U329	22,248	-2,486	-2,421	3,636	65,767	133,129
U328	22,249	-2,485	-2,417	3,234	71,834	149,655
U327	22,091	-2,788	-3,110	4,264	64,353	113,496
U326	22,094	-2,786	-3,096	3,740	69,443	129,423
U325	21,870	-3,228	-4,079	4,653	65,190	104,025
U324	21,871	-3,227	-4,075	4,485	66,917	107,905
U323	21,812	-3,345	-4,333	5,955	58,438	81,281
U322	21,814	-3,344	-4,325	4,683	66,383	103,351
U321	21,672	-3,604	-4,947	6,249	58,869	77,450
U320	21,673	-3,604	-4,943	6,211	59,041	77,925
U319	21,673	-3,603	-4,943	6,140	59,367	78,822
U318	21,673	-3,603	-4,943	6,149	59,311	78,710
U317	21,674	-3,602	-4,939	6,002	60,030	80,638
U316	21,677	-3,600	-4,925	6,016	59,935	80,455
U315	21,678	-3,600	-4,921	5,761	61,273	84,013
U314	21,693	-3,589	-4,855	5,099	65,395	94,915
U313	21,397	-4,207	-6,154	6,261	62,941	77,306
U312	21,398	-4,207	-6,149	6,189	63,432	78,205
U311	21,285	-4,449	-6,645	6,615	62,824	73,169
U310	21,199	-4,544	-7,022	10,201	52,232	47,446
U309	21,201	-4,543	-7,013	9,811	52,687	49,333
U308	21,201	-4,542	-7,013	9,763	52,790	49,576

Tab. E.23: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U307	21,203	-4,541	-7,004	9,971	52,317	48,540
U306	21,203	-4,541	-7,004	9,672	52,975	50,039
U305	21,203	-4,541	-7,004	9,494	53,372	50,979
U304	21,203	-4,541	-7,004	9,334	53,752	51,854
U303	21,206	-4,539	-6,991	9,312	53,804	51,976
U302	21,207	-4,538	-6,987	8,907	54,809	54,338
U301	21,207	-4,537	-6,987	8,800	55,093	55,003
U300	21,208	-4,537	-6,982	8,746	55,237	55,339
U299	21,209	-4,536	-6,978	8,645	55,515	55,987
U298	21,211	-4,535	-6,969	8,426	56,140	57,440
U297	21,214	-4,533	-6,956	8,674	55,433	55,796
U296	21,215	-4,532	-6,952	8,249	56,673	58,672
U295	21,232	-4,519	-6,877	7,774	58,236	62,260
U294	21,232	-4,518	-6,877	7,488	59,283	64,638
U293	21,234	-4,517	-6,868	7,485	59,294	64,661
U292	21,234	-4,517	-6,868	7,418	59,553	65,248
U291	21,240	-4,513	-6,842	7,272	60,072	66,552
U290	21,240	-4,513	-6,842	7,218	60,357	67,053
U289	21,244	-4,510	-6,825	7,112	60,784	68,050
U288	21,244	-4,510	-6,825	7,096	60,875	68,209
U287	21,248	-4,507	-6,807	7,369	59,700	65,680
U286	21,248	-4,507	-6,807	7,364	59,725	65,723
U285	21,249	-4,506	-6,803	7,061	61,012	68,543
U284	21,249	-4,506	-6,803	7,038	61,114	68,768
U283	21,249	-4,506	-6,803	7,041	61,104	68,738
U282	21,249	-4,505	-6,803	6,999	61,288	69,148
U281	21,248	-4,506	-6,807	7,356	59,363	65,793
U280	21,250	-4,505	-6,798	6,978	61,386	69,360
U279	21,251	-4,504	-6,794	6,902	61,736	70,120
U278	21,253	-4,503	-6,785	6,877	61,854	70,381
U277	21,285	-4,449	-6,645	6,611	62,843	73,211
U276	21,253	-4,503	-6,785	6,866	61,905	70,493
U275	21,263	-4,495	-6,741	6,692	62,738	72,323
U274	21,130	-4,693	-7,325	11,484	49,410	42,145
U273	21,133	-4,691	-7,311	10,704	50,690	45,218

Tab. E.24: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U272	21,133	-4,691	-7,311	10,681	50,746	45,315
U271	21,137	-4,689	-7,294	10,074	52,303	48,045
U270	21,140	-4,688	-7,281	10,030	52,770	48,255
U269	21,142	-4,687	-7,272	9,515	53,935	50,868
U268	21,145	-4,685	-7,259	9,362	54,203	51,700
U267	21,145	-4,685	-7,259	9,219	54,667	52,498
U266	21,146	-4,684	-7,254	9,392	54,008	51,536
U265	21,147	-4,683	-7,250	9,083	55,021	53,285
U264	21,150	-4,682	-7,237	9,077	55,037	53,319
U263	21,150	-4,681	-7,237	8,919	55,465	54,265
U262	21,170	-4,667	-7,149	7,991	58,196	60,567
U261	21,171	-4,666	-7,145	7,824	58,950	61,858
U260	21,181	-4,659	-7,101	7,536	60,058	64,224
U259	21,182	-4,659	-7,096	7,368	60,750	65,691
U258	21,192	-4,652	-7,053	7,010	62,350	69,044
U257	21,037	-4,992	-7,732	8,336	58,818	58,059
U256	21,039	-4,991	-7,724	7,912	60,777	61,174
U255	21,039	-4,991	-7,724	7,885	60,908	61,380
U254	21,040	-4,991	-7,719	7,756	61,560	62,400
U253	20,977	-5,135	-7,996	8,115	61,112	59,644
U252	20,977	-5,134	-7,996	8,076	61,266	59,934
U251	20,880	-5,356	-8,421	8,825	59,942	54,847
U250	20,881	-5,355	-8,417	8,566	60,854	56,504
U249	20,796	-5,552	-8,789	9,096	60,138	53,211
U248	20,796	-5,552	-8,789	9,005	60,520	53,746
U247	20,744	-5,636	-9,018	12,272	52,865	39,440
U246	20,745	-5,635	-9,013	11,773	53,779	41,110
U245	20,745	-5,635	-9,013	11,659	54,001	41,513
U244	20,739	-5,638	-9,039	13,277	50,585	36,454
U243	20,743	-5,636	-9,022	12,227	52,944	39,586
U242	20,744	-5,636	-9,018	11,956	53,434	40,481
U241	20,746	-5,635	-9,009	11,602	54,114	41,717
U240	20,768	-5,618	-8,912	9,153	60,415	52,877
U239	20,663	-5,851	-9,373	10,844	56,859	44,631
U238	20,663	-5,851	-9,373	10,811	56,939	44,767

Tab. E.25: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U237	20,664	-5,851	-9,368	10,716	57,173	45,165
U236	20,666	-5,849	-9,360	10,374	58,054	46,655
U235	20,666	-5,849	-9,360	10,282	58,303	47,073
U234	20,665	-5,850	-9,364	10,746	57,100	45,042
U233	20,665	-5,850	-9,364	10,665	57,302	45,383
U232	20,667	-5,849	-9,355	10,454	57,843	46,300
U231	20,667	-5,849	-9,355	10,379	58,041	46,632
U230	20,668	-5,848	-9,351	10,526	57,656	45,983
U229	20,668	-5,848	-9,351	10,154	58,656	47,667
U228	20,668	-5,848	-9,351	10,254	58,305	47,200
U227	20,669	-5,847	-9,346	9,954	59,228	48,622
U226	20,673	-5,845	-9,329	9,677	60,067	50,016
U225	20,605	-6,006	-9,627	10,580	58,055	45,747
U224	20,606	-6,006	-9,623	10,076	59,824	48,033
U223	20,572	-6,083	-9,772	10,894	57,957	44,427
U222	20,573	-6,083	-9,768	10,840	58,137	44,651
U221	20,573	-6,083	-9,768	10,837	58,142	44,661
U220	20,573	-6,082	-9,768	10,807	58,221	44,787
U219	20,576	-6,080	-9,754	10,260	59,718	47,175
U218	20,560	-6,115	-9,825	10,584	58,914	45,730
U217	20,560	-6,115	-9,825	10,561	58,908	45,828
U216	20,560	-6,115	-9,825	10,554	58,942	45,858
U215	20,560	-6,115	-9,825	10,488	59,171	46,147
U214	20,562	-6,114	-9,816	10,348	59,669	46,773
U213	20,537	-6,174	-9,925	10,618	59,279	45,582
U212	20,538	-6,174	-9,921	10,507	59,581	46,064
U211	20,521	-6,214	-9,996	10,631	59,479	45,529
U210	20,522	-6,214	-9,991	10,614	59,524	45,599
U209	20,510	-6,241	-10,044	11,031	58,335	43,878
U208	20,511	-6,240	-10,039	10,686	59,486	45,295
U207	20,489	-6,296	-10,136	11,030	58,895	43,880
U206	20,489	-6,295	-10,136	10,837	59,408	44,661
U205	20,471	-6,337	-10,215	11,356	58,054	42,621
U204	20,473	-6,337	-10,206	10,954	59,349	44,184
U203	20,381	-6,529	-10,610	13,020	55,666	37,173

Tab. E.26: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U202	20,378	-6,531	-10,623	14,187	53,641	34,115
U201	20,381	-6,529	-10,610	12,984	55,735	37,277
U200	20,382	-6,528	-10,605	12,757	56,183	37,940
U199	20,382	-6,528	-10,605	12,738	56,218	37,996
U198	20,382	-6,528	-10,605	12,711	56,273	38,078
U197	20,386	-6,525	-10,588	12,589	56,518	38,445
U196	20,383	-6,527	-10,601	12,677	56,339	38,179
U195	20,387	-6,525	-10,583	12,419	56,872	38,972
U194	20,404	-6,512	-10,509	11,453	59,109	42,261
U193	20,376	-6,586	-10,632	11,714	58,926	41,318
U192	20,376	-6,586	-10,632	11,681	59,005	41,434
U191	20,335	-6,688	-10,811	12,536	57,325	38,609
U190	20,334	-6,689	-10,816	12,952	56,240	37,369
U189	20,335	-6,688	-10,811	12,534	57,334	38,616
U188	20,337	-6,688	-10,803	11,998	58,867	40,340
U187	20,271	-6,865	-11,092	12,640	58,457	38,291
U186	20,271	-6,865	-11,092	12,557	58,639	38,544
U185	20,247	-6,930	-11,197	12,767	58,538	37,909
U184	20,247	-6,930	-11,197	12,762	58,560	37,926
U183	20,210	-7,029	-11,360	13,124	58,360	36,878
U182	20,210	-7,029	-11,360	13,086	58,440	36,986
U181	20,205	-7,044	-11,382	13,182	58,302	36,717
U180	20,205	-7,044	-11,382	13,137	58,421	36,841
U179	20,174	-7,127	-11,518	13,627	57,774	35,517
U178	20,165	-7,141	-11,557	14,052	57,154	34,443
U177	20,165	-7,141	-11,557	14,015	57,195	34,533
U176	20,165	-7,141	-11,557	14,023	57,180	34,514
U175	20,166	-7,141	-11,553	14,009	57,207	34,550
U174	20,167	-7,140	-11,548	13,895	57,381	34,833
U173	20,167	-7,139	-11,548	13,831	57,542	34,994
U172	20,167	-7,139	-11,548	13,805	57,592	35,059
U171	20,175	-7,127	-11,513	13,416	58,323	36,077
U170	20,172	-7,135	-11,526	13,441	58,314	36,009
U169	20,162	-7,161	-11,570	13,833	57,694	34,988
U168	20,161	-7,162	-11,575	13,921	57,520	34,766

Tab. E.27: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U167	20,161	-7,162	-11,575	13,913	57,542	34,788
U343	20,140	-7,203	-11,667	13,740	58,042	35,226
U166	20,163	-7,160	-11,566	13,535	58,281	35,758
U165	19,931	-7,815	-12,583	16,870	56,371	28,689
U164	20,140	-7,203	-11,667	13,799	57,891	35,074
U163	20,140	-7,203	-11,667	13,740	58,042	35,226
U162	20,113	-7,278	-11,785	14,178	57,599	34,138
U161	20,114	-7,277	-11,781	14,034	57,952	34,488
U160	20,077	-7,378	-11,943	14,708	57,195	32,907
U159	20,078	-7,377	-11,939	14,437	57,833	33,524
U158	20,042	-7,481	-12,096	14,864	57,714	32,562
U157	20,030	-7,510	-12,149	15,272	57,031	31,692
U157	20,041	-7,481	-12,101	15,237	56,870	31,764
U156	20,027	-7,512	-12,162	15,750	56,016	30,731
U155	20,026	-7,512	-12,167	16,254	55,017	29,776
U154	20,027	-7,511	-12,162	15,676	56,168	30,875
U153	20,030	-7,510	-12,149	15,165	57,269	31,916
U152	20,032	-7,509	-12,140	14,984	57,682	32,302
U151	19,969	-7,698	-12,417	16,017	57,060	30,218
U150	19,969	-7,698	-12,417	15,827	57,465	30,581
U149	19,938	-7,764	-12,553	17,291	55,076	27,992
U148	19,939	-7,764	-12,548	16,885	55,825	28,664
U147	19,939	-7,764	-12,548	16,850	55,893	28,725
U146	19,940	-7,763	-12,544	16,788	56,011	28,830
U145	19,942	-7,762	-12,535	16,623	56,332	29,116
U144	19,942	-7,762	-12,535	16,560	56,457	29,227
U143	19,947	-7,760	-12,513	16,553	56,471	29,239
U142	19,947	-7,760	-12,513	16,329	56,923	29,640
U141	19,947	-7,760	-12,513	16,302	56,980	29,690
U140	19,948	-7,760	-12,509	16,101	57,399	30,060
U139	19,940	-7,784	-12,544	16,227	57,365	29,826
U138	19,940	-7,784	-12,544	16,225	57,370	29,830
U137	19,933	-7,801	-12,575	16,525	56,898	29,288
U136	19,936	-7,800	-12,561	16,305	57,351	29,684
U135	19,931	-7,815	-12,583	16,392	57,331	29,526

Tab. E.28: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhol (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhol (°)	S_{ku} (MVA)
U134	19,927	-7,828	-12,601	16,472	57,308	29,383
U133	19,927	-7,828	-12,601	16,468	57,314	29,390
U132	19,927	-7,829	-12,601	16,673	56,906	29,029
U131	19,927	-7,829	-12,601	16,474	57,312	29,380
U130	19,903	-7,877	-12,706	17,543	55,696	27,590
U129	19,897	-7,880	-12,732	17,587	55,616	27,521
U128	19,897	-7,880	-12,732	17,578	55,631	27,534
U127	19,897	-7,881	-12,732	17,610	55,699	27,484
U126	19,897	-7,880	-12,732	17,552	55,679	27,576
U125	19,898	-7,880	-12,728	17,543	55,694	27,589
U124	19,898	-7,880	-12,728	17,464	55,840	27,715
U123	19,899	-7,879	-12,724	17,548	55,766	27,581
U122	19,900	-7,879	-12,719	17,348	56,055	27,900
U121	19,905	-7,876	-12,697	17,088	56,547	28,324
U120	19,908	-7,875	-12,684	16,987	56,744	28,492
U119	19,908	-7,875	-12,684	16,970	56,778	28,521
U118	19,915	-7,872	-12,654	16,731	57,254	28,928
U117	19,888	-7,988	-12,772	17,670	57,055	27,391
U116	19,872	-8,062	-12,842	18,266	56,929	26,497
U115	19,872	-8,062	-12,842	18,260	56,939	26,506
U114	19,867	-8,068	-12,864	19,190	55,390	25,222
U113	19,866	-8,069	-12,868	19,733	54,526	24,527
U112	19,868	-8,068	-12,860	18,840	55,976	25,690
U111	19,871	-8,066	-12,846	18,301	56,931	26,447
U110	19,838	-8,223	-12,991	19,929	56,347	24,286
U109	19,834	-8,226	-13,009	20,343	55,869	23,792
U108	19,834	-8,227	-13,009	20,443	55,757	23,675
U107	19,834	-8,226	-13,009	20,310	55,921	23,831
U106	19,837	-8,224	-12,996	19,958	56,354	24,251
U105	19,837	-8,224	-12,996	19,948	56,366	24,263
U104	19,838	-8,223	-12,991	19,816	56,533	24,424
U103	19,840	-8,222	-12,982	19,703	56,678	24,564
U102	19,838	-8,236	-12,991	19,874	56,631	24,354
U101	19,838	-8,236	-12,991	19,862	56,651	24,368
U100	19,833	-8,253	-13,013	20,307	56,187	23,834

Tab. E.29: Napätie v uzloch VN 144 a Svratecka po výmene vedenia

Uzol	U_u (kV)	uhoľ (°)	dU_u (%)	Z_{ku} (Ω)	uhoľ (°)	S_{ku} (MVA)
U99	19,833	-8,253	-13,013	20,279	56,233	23,867
U98	19,833	-8,253	-13,013	20,277	56,236	23,870
U97	19,834	-8,253	-13,009	20,154	56,435	24,016
U96	19,834	-8,253	-13,009	20,142	56,454	24,029
U95	19,836	-8,252	-13,000	20,040	56,621	24,151
U94	19,835	-8,260	-13,004	20,492	56,170	23,619
U93	19,836	-8,259	-13,000	20,149	56,603	24,021
U92	19,836	-8,261	-13,000	20,214	56,548	23,944
U91	19,836	-8,261	-13,000	20,184	56,597	23,980
U90	19,837	-8,270	-12,996	20,535	56,317	23,570
U89	19,838	-8,270	-12,991	20,380	56,566	23,749
U88	19,839	-8,288	-12,987	21,691	55,434	22,313
U87	20,590	-23,277	-9,693	661,370	16,592	0,732
U86	19,841	-8,287	-12,978	20,766	56,504	23,307

F Obsah priloženého CD

Na priloženom CD je uložený text práce a model siete, podľa nasledujúceho adresára. Model siete bol simulovaný v programe E-vlivy vo verzii 2.4.3 od spoločnosti EnerGoConsult ČB s.r.o.

```
/ ..... koreňový adresár priloženého CD
├── pdf ..... text práce
│   └── Technická_řešení_přepojení_hladiny_VN_z_35kV_na_22_kV.pdf
└── model ..... model siete v programe E-vlivy
    ├── VN99_Svratka_VN144_bez_vymeny_vedenia.egc
    └── VN99_Svratka_VN144_s_vymenou_vedenia.egc
```